Hydronix-Feuchtesensor

Konfigurations- und Kalibrierungshandbuch

Bestellnummer:	HD0679de
Version:	1.1.0
Änderungsdatum:	Juli 2015

Copyright

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen und das beschriebene Produkt dürfen weder ganz noch in Teilen in materieller Form adaptiert oder reproduziert werden, sofern keine schriftliche Genehmigung von Hydronix Limited (im Weiteren als Hydronix bezeichnet) vorliegt.

© 2015

Hydronix Limited
7 Riverside Business Centre
Walnut Tree Close
Guildford
Surrey GU1 4UG
Vereinigtes Königreich

Alle Rechte vorbehalten

VERANTWORTLICHKEIT DES KUNDEN

Ein Kunde, der das in dieser Dokumentation beschriebene Produkt verbaut, akzeptiert, dass es sich bei dem Produkt um ein programmierbares elektronisches System mit inhärenter Komplexität handelt, das möglicherweise nicht vollständig fehlerfrei ist. Deshalb übernimmt der Kunde die Verantwortung für eine ordnungsgemäße Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Wartung durch kompetente und angemessen geschulte Personen sowie die Einhaltung aller sicherheitsrelevanten Vorsichtsmaßnahmen – ob explizit beschrieben oder nach billigem Ermessen vorzunehmen – und einen gründlichen Test der Funktion des Produkts im jeweiligen Einsatzbereich.

FEHLER IN DER DOKUMENTATION

Das in dieser Dokumentation beschriebene Produkt wird kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Alle Informationen technischer Natur und insbesondere die Einzelheiten zum Produkt und dessen Benutzung – inklusive der in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen und Einzelheiten – werden von Hydronix nach bestem Wissen und Gewissen bereitgestellt.

Hydronix begrüßt Kommentare und Vorschläge zum Produkt und zu dieser Dokumentation.

RECHTSVERMERKE

Hydronix, Hydro-Probe, Hydro-Mix, Hydro-Skid, Hydro-View und Hydro-Control sind eingetragene Marken von Hydronix Limited.

Hydronix-Niederlassungen

VK-Zentrale

Adresse: 7 Riverside Business Centre
Walnut Tree Close
Guildford
Surrey
GU1 4UG

Tel.: +44 1483 468900
Fax: +44 1483 468919

E-Mail: support@hydronix.com
sales@hydronix.com

Website: www.hydronix.com

Nordamerikanische Niederlassung

Zuständig für Nord- und Südamerika, USA, Spanien und Portugal

Adresse: 692 West Conway Road
Suite 24, Harbor Springs
MI 47940
USA

Tel.: +1 888 887 4884 (gebührenfrei)
+1 231 439 5000
Fax: +1 888 887 4822 (gebührenfrei)
+1 231 439 5001

Europa-Niederlassung

Zuständig für Mitteleuropa, Russland und Südafrika

Tel.: +49 2563 4858
Fax: +49 2563 5016

Französische Niederlassung

Tel.: +33 652 04 89 04

Änderungshistorie

Versionsnummer	**Dat.**	**Beschreibung der Änderungen**
1.0.0	Feb 2015	Erste Version
1.1.0	Juli 2015	Abschnitt „Multimode-Kalibrierung“ hinzugefügt

Inhalt

Kapitel 1 Einführung 11
1 Einführung 11

Kapitel 2 Konfiguration 15
1 Konfigurieren des Sensors 15
2 Einrichten des Analogausgangs 15
3 Einrichten von Digitaleingängen und -ausgang 18
4 Mittelwertbildungsparameter 20
5 Filterung 20
6 Typische Feuchtekurve eines Hydronix-Feuchtesensors in fließendem Material 22
7 Filtern des Signals in einer Mischeranwendung 22
8 Messmodi 25
9 Ausgeben der Sensordaten 27

Kapitel 3 Sensorintegration und Materialkalibrierung 29
1 Sensorintegration 29
2 Einführung in die Materialkalibrierung 29
3 SSD-Koeffizient und SSD-Feuchtegehalt 31
4 Speichern der Kalibrierdaten 31
5 Kalibrierverfahren für fließendes Material (linear) 33
6 Gute/schlechte Kalibrierung 35
7 Kalibrierung mittels quadratischer Gleichung 36
8 Brixkalibrierung 37

Kapitel 4 Best Practices 39
1 Allgemeine Hinweise 39

Kapitel 5 Sensordiagnose 41
1 Sensordiagnose 41

Kapitel 6 Häufige Fragen 47

Anhang A Querverweise auf andere Dokumente 49
1 Querverweise auf andere Dokumente 49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sensor anschließen (Schema) 13
Abbildung 2: Anleitung zum Einrichten der Ausgangsvariablen 15
Abbildung 3: Sensorausgang für „Roh“ und „Filter einschl.“ 21
Abbildung 4: „Rohwert, unskaliert“-Feuchtekurve in fließendem Material 22
Abbildung 5: Gefiltertes Signal 22
Abbildung 6: Typische Feuchtekurve 23
Abbildung 7: Kurve mit dem Rohsignal des Mischzyklus 23
Abbildung 8: Filtern des „Rohwert, unskaliert“-Signals (1) 24
Abbildung 9: Rohsignal filtern (2) 24
Abbildung 10: Beziehung der „Unskaliert“-Werte zur Feuchte 26
Abbildung 11: Datenanordnung im Sensor 27
Abbildung 12: Kein Ausgang ausgewählt 28
Abbildung 13: Älterer Ausgang ausgewählt 28
Abbildung 14: Kalibrierungen für drei unterschiedliche Materialien 30
Abbildung 15: Typische Kalibrierergebnisse 30
Abbildung 16: Kalibrierung im Sensor 32
Abbildung 17: Kalibrierung im Steuersystem 32
Abbildung 18: Beispiel für gute Materialkalibrierung 35
Abbildung 19: Beispiele für mangelhafte Kalibrierpunkte 36
Abbildung 20: Beispiel für eine gute Kalibrierung auf Basis der quadratischen Gleichung 36
Abbildung 21: Beispiel für eine mangelhafte Kalibrierung auf Basis der quadratischen Gleichung 37
Abbildung 22: Beispiel für eine gute Brixkalibrierung 38
Abbildung 23: Beispiel für eine mangelhafte Brixkalibrierung 38

1 Einführung

Dieses Konfigurations- und Kalibrierungshandbuch gilt nur für die folgenden Hydronix-Sensoren:

Hydro-Probe	(Modellnummer ab HP04)
Hydro-Probe XT	(Modellnummer ab XT02)
Hydro-Probe Orbiter	(Modellnummer ab ORB3)
Hydro-Probe SE	(Modellnummer ab SE03)
Hydro-Mix	(Modellnummer ab HM08)

Bedienungsanleitungen für andere Modellnummern sind unter www.hydronix.com verfügbar.

Hydro-Probe XT

Hydro-Mix

Hydro-Probe SE

Hydro-Probe Orbiter

Mikrowellen-Feuchtesensoren von Hydronix nutzen Hochgeschwindigkeitsfilter und verwenden moderne Messtechniken. Sie liefern ein Signal, das sich linear mit der im Material gemessenen Feuchte verändert. Der Sensor muss im Materialfluss montiert werden und gibt dann die Feuchteänderung im Material online aus.

Typische Anwendungsbereiche sind Feuchtemessungen in Sand, Zuschlagstoffen, Beton, Biomasse, Korn, Tierfutter und landwirtschaftlichem Material.

Die Sensoren wurden für den Einsatz in vielfältigen Anwendungen entwickelt und erlauben den Materialfluss über den Sensor. Nachstehend sind einige typische Anwendungsbereiche aufgeführt.

- Bunker/Trichter/Silos
- Förderer
- Schüttelzuführer
- Mischer

Der Sensor hat zwei vollständig konfigurierbare Analogausgänge, die intern kalibriert werden können, damit die direkten Feuchtesignale mit dem verwendeten Steuersystem kompatibel sind.

Es sind zwei Digitaleingänge verfügbar, mit denen die interne Mittelwertbildung gesteuert werden kann. So können anhand der 25 pro Sekunde erhobenen Messwerte Änderungen im Feuchtegehalt schnell erkannt und bei der Mittelwertbildung berücksichtigt werden. Dies erleichtert die Nutzung im Steuersystem.

Einer der Digitaleingänge kann so konfiguriert werden, dass er bei einem niedrigen oder hohen Messwert ein Alarmsignal als Digitalausgabe bereitstellt. So kann ein Alarm wegen hohem Feuchtegehalt ausgegeben oder alternativ dem Bediener signalisiert werden, dass ein Lagerbehälter aufgefüllt werden muss.

Hydronix-Sensoren werden aus Materialien hergestellt, die auch unter schwierigsten Bedingungen für einen langjährigen zuverlässigen Betrieb sorgen. Jedoch gilt wie bei anderen empfindlichen elektronischen Geräten, dass der Sensor keinen unnötigen Schockeinwirkungen ausgesetzt werden darf. Das gilt insbesondere für die Keramikstirnplatte, die zwar extrem widerstandsfähig gegenüber Verschleiß, zugleich aber auch spröde ist und bei direkter Schlageinwirkung beschädigt werden kann.

VORSICHT – NICHT AUF DIE KERAMIK SCHLAGEN

Außerdem ist darauf zu achten, dass der Sensor sachgemäß installiert wird, damit eine für das jeweilige Material korrekte Messung erfolgen kann. Der Sensor muss so montiert werden, dass sich die Keramikstirnplatte vollständig im Hauptfluss des Materials befinden. Der Sensor darf nicht in stehendem Material oder an Stellen montiert werden, an denen sich Material auf dem Sensor ablagern kann.

Alle Hydronix-Sensoren sind werkseitig kalibriert, melden also in Luft den Wert 0 und in Wasser den Wert 100. Diese Kalibrierung wird als unskalierter Messwert bezeichnet und dient als Basiswert, der beim Kalibrieren eines Sensors für das zu messende Material herangezogen wird. Da dies einer Normalisierung für jeden Sensor gleichkommt, muss die Materialkalibrierung nach dem Austausch eines Sensors nicht wiederholt werden.

Nach dem Einbau muss der Sensor für das Material kalibriert werden (für weitere Informationen siehe Kapitel 3). Für diese Kalibrierung des Sensors stehen zwei Methoden zur Verfügung:

- *Kalibrierung im Sensor:* Der Sensor wird intern kalibriert und gibt den wahren Feuchtewert aus.
- *Kalibrierung im Steuersystem*: Der Sensor gibt einen unskalierten Messwert aus, der sich proportional zur Feuchte verhält. Mit Hilfe der Kalibrierdaten im Steuersystem wird dieser Wert dann in den wahren Feuchtewert umgewandelt

2 Messverfahren

Der Sensor verwendet die einzigartige digitale Mikrowellentechnik von Hydronix, die im Vergleich zu Analogverfahren präziser arbeitet. Diese Technik erleichtert die Auswahl der Messmodi (nicht für alle Sensoren verfügbar, die technischen Daten sind der Installationsanleitung der Sensoren zu entnehmen). Der Standardmodus ist Modus F, der für die meisten Materialien, insbesondere aber Sand und Zuschlagstoffe, geeignet ist. Weitere Informationen zur Auswahl des geeigneten Modus erhalten Sie von Hydronix: support@Hydronix.com.

3 Sensoranschluss und -konfiguration

Der Feuchtesensor kann über eine serielle Digitalverbindung mit einem PC, auf dem die Software Hydro-Com für Sensorkonfiguration und -kalibrierung ausgeführt wird, konfiguriert werden. Für die Kommunikation mit einem PC stellt Hydronix RS232-485-Wandler oder ein USB-Schnittstellenmodul bereit (siehe Bedienungsanleitung HD0303).

Hinweis: Alle Verweise auf Hydro-Com in dieser Bedienungsanleitung beziehen sich auf eine Softwareversion ab 2.0.0. Der Sensor kann mit älteren Versionen von Hydro-Com konfiguriert werden, dann sind jedoch einige Funktionen nicht verfügbar. Weitere Informationen finden Sie in der einschlägigen Hydro-Com-Bedienungsanleitung.

Es gibt zwei Grundkonfigurationen für den Anschluss des Sensors an eine Chargensteuerung:

- Analogausgang: DC-Ausgang, der wie folgt konfiguriert werden kann:
  - 4–20 mA
  - 0–20 mA
  - Ausgangssignal mit 0–10 V kann über den 500-Ohm-Widerstand erreicht werden, der mit dem Sensorkabel geliefert wird.
- Digital: Eine serielle RS485-Schnittstelle ermöglicht den direkten Austausch von Daten und Steuerinformationen zwischen Sensor und Anlagensteuerung. USB- und Ethernet-Adapter sind optional erhältlich.

Der Sensor kann so konfiguriert werden, dass ein lineares Ausgangssignal (0–100 unskaliert) zur Verfügung steht, wobei die Materialkalibrierung im Steuersystem erfolgt. Andererseits ist es auch möglich, den Sensor intern so zu kalibrieren, dass ein tatsächlicher Feuchtewert ausgegeben wird.

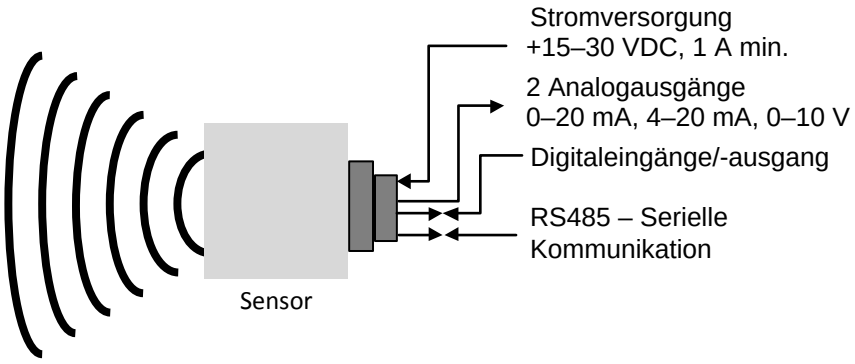


Abbildung 1: Sensor anschließen (Schema)

1 Konfigurieren des Sensors

Der Mikrowellen-Feuchtesensor von Hydronix besitzt eine Reihe interner Parameter, mit denen der Sensor für eine bestimmte Anwendung optimiert werden kann. Diese Einstellungen können mit der Software Hydro-Com angezeigt und geändert werden. Informationen zu diesen Einstellungen finden Sie in der Hydro-Com-Bedienungsanleitung (HD0682).

Die Software Hydro-Com und die Hydro-Com-Bedienungsanleitung sind unter www.hydronix.com als kostenlose Downloads verfügbar.

Alle Hydronix-Sensoren arbeiten nach dem gleichen Prinzip und verwenden die gleichen Konfigurationsparameter. Allerdings werden nicht alle Funktionen in allen Sensoreinsatzbereichen genutzt. (Mittelwertparameter werden z. B. üblicherweise im Chargenbetrieb genutzt.)

2 Einrichten des Analogausgangs

Der Arbeitsbereich der beiden Stromschleifenausgänge kann den angeschlossenen Geräten entsprechend konfiguriert werden. So kann eine SPS z. B. 4–20 mA oder 0–10 VDC benötigen. Die Ausgänge können außerdem zur Darstellung der Messwerte des Sensors (z. B. Feuchte oder Temperatur) konfiguriert werden.

Abbildung 2 kann zur Auswahl der richtigen Analogausgangsvariablen für ein gegebenes System herangezogen werden.

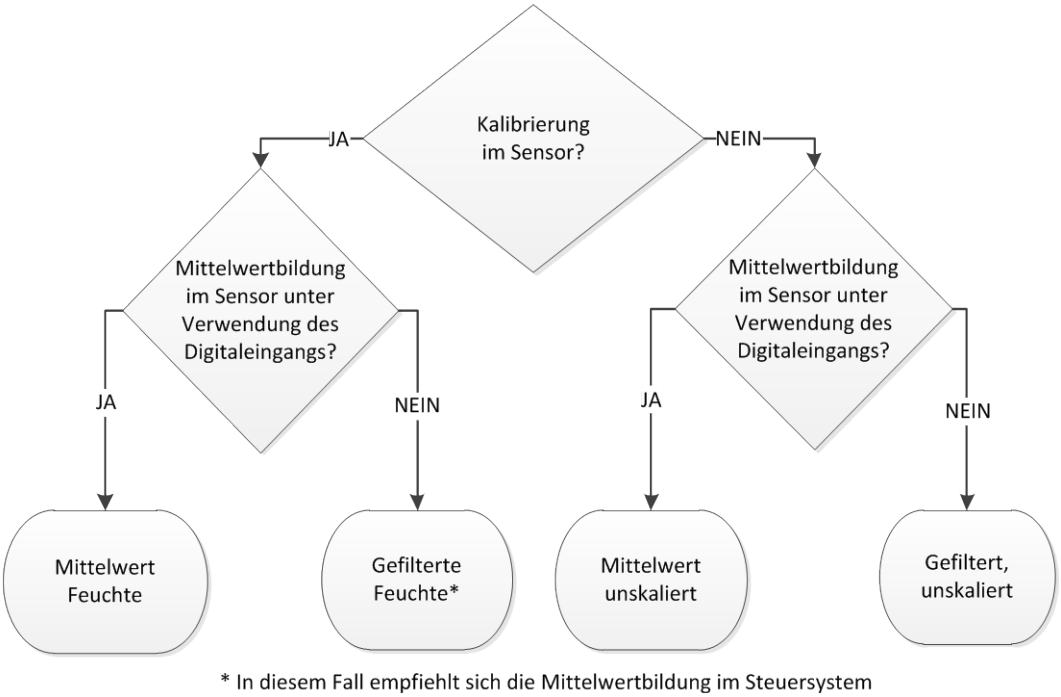


Abbildung 2: Anleitung zum Einrichten der Ausgangsvariablen

2.1 Ausgangstyp

Definiert den Typ der Analogausgänge. Verfügbar sind drei Optionen:

- 0–20 mA: Dies ist die Werkseinstellung. Durch Hinzufügen eines externen 500-Ohm-Präzisionswiderstands erfolgt eine Wandlung der 0–20 mA in 0–10 VDC.
- 4–20 mA

2.2 Ausgangsvariablen 1 und 2

Sie definieren, welche Sensormesswerte der Analogausgang ausgibt. Verfügbar sind 10 Optionen.

2.2.1 Rohwert, unskaliert

Dies ist der ungefilterte und unskalierte Rohwert. Ein unskalierter Rohwert von 0 bezieht sich auf den Messwert in Luft, 100 bezieht sich auf den Messwert in Wasser. Da dieser Variablen kein Filter zugewiesen wird, sollte sie nicht für die Prozesssteuerung verwendet werden. Dieser Ausgang kann im Rahmen der Installation des Sensors zur Protokollierung verwendet werden.

2.2.2 Rohwert, unskaliert 2

Wenn aktiviert, wird der für den Sensor konfigurierte alternative Messmodus ausgegeben (Kapitel 2, Abschnitt 8 enthält weitere Informationen zu alternativen Messmodi). Filter werden nicht zugewiesen.

Hinweis: Dieser Modus ist nicht für alle Sensoren verfügbar (weitere Informationen enthalten die technischen Daten in der einschlägigen Installationsanleitung).

2.2.3 Gefiltert, unskaliert

„Gefiltert, unskaliert“ repräsentiert einen Messwert, der sich proportional zur Feuchte verhält und die Werte 0 bis 100 annehmen kann. Ein unskalierter Wert von 0 ist der Messwert in Luft, 100 der Messwert in Wasser.

2.2.4 Gefiltert, unskal 2

Dieser gefilterte und unskalierte Messwert verwendet den zweiten, im Sensor konfigurierten Messmodus.

Hinweis: Dieser Modus ist nicht in allen Sensoren verfügbar. Weitere Informationen enthalten die technischen Daten in der einschlägigen Installationsanleitung.

2.2.5 Mittelw., unskal

Dies ist die „Rohwert, unskaliert“-Variable, die mit den Parametern für die Mittelwertbildung verarbeitet wird. Um einen Durchschnittswert zu erhalten, muss der Digitaleingang für „Mittelwert/Halten“ konfiguriert werden. Wenn dieser Digitaleingang aktiviert ist, werden die „Rohwert, unskaliert“-Messwerte gemittelt. Ist der Digitaleingang auf „Low“ geschaltet, wird dieser Mittelwert konstant gehalten.

2.2.6 Gefilt. Feuchte %

Der „Gefilt. Feuchte %“-Wert wird mit dem „Gefiltert, unskaliert“-Wert unter Verwendung der Koeffizienten A, B, C und SSD skaliert.

$$\text{Gefilterte Feuchte \%} = A \times (F.U/S.)^2 + B \times (F.U/S.) + C - SSD$$

Diese Koeffizienten stammen ausschließlich aus einer Materialkalibrierung, sodass die Genauigkeit des Feuchtewerts von der Präzision der Kalibrierung abhängt.

Der Koeffizient SSD bezeichnet den Wasserabsorptionswert des verwendeten Materials und ermöglicht eine Darstellung des angezeigten Feuchteprozentwerts als SSD-Wert (freies Wasser).

2.2.7 Rohfeuchte %

Dies ist die „Rohfeuchte %“-Variable vor jeglicher Filterung oder Mittelwertbildung. Da kein Filter zugewiesen wird, sollte dieser Wert nicht für die Prozesssteuerung verwendet werden.

2.2.8 Durchschnittliche Feuchte %

Dies ist die „Rohfeuchte %“-Variable, die mit den Mittelwertbildungsparametern für die Chargen-Mittelwertbildung verarbeitet wird. Um einen Durchschnittswert zu erhalten, muss der Digitaleingang für „Mittelwert/Halten“ konfiguriert werden. Ist der Digitaleingang auf „High“ geschaltet, werden die Werte der Rohfeuchte gemittelt. Ist der Digitaleingang auf „Low“ geschaltet, wird der Mittelwert konstant gehalten.

2.2.9 Brix

Dieser Sensor kann kalibriert werden, damit er sich proportional zum Brixgehalt eines Materials verhält. In solchen Fällen muss der Sensor für das zu messende Material kalibriert werden. Für die Kalibrierung muss die Beziehung zwischen den unskalierten Messwerten des Sensors und den entsprechenden Brixwerten des Materials definiert werden.

Hinweis: Dieser Ausgang ist nicht in allen Sensoren verfügbar. Weitere Informationen enthalten die technischen Daten in der einschlägigen Installationsanleitung.

2.2.10 Temperatur

Die Temperaturskalierung des Analogausgangs ist fix – der Nullwert (0 oder 4 mA) entspricht 0 ºC, der Maximalwert (20 mA) entspricht 100 ºC.

2.3 Niedrig % und Hoch %

Diese beiden Werte legen den Feuchtebereich fest, wenn für die Ausgangsvariable „Gefilt. Feuchte %“ oder „Durchschnittliche Feuchte %“ eingestellt ist. Die Standardwerte sind 0 % und 20 %:

0–20 mA 0 mA entspricht 0 % und 20 mA entspricht 20 %

4–20 mA 4 mA entspricht 0 % und 20 mA entspricht 20 %

Diese Grenzwerte werden für den Arbeitsbereich der Feuchte eingestellt und müssen auf die mA-auf-Feuchte-Wandlung in der Chargensteuerung abgestimmt werden.

3 Einrichten von Digitaleingängen und -ausgang

3.1 Optionen für Eingänge/Ausgang

Der Sensor besitzt zwei Digitaleingänge. Der zweite Eingang kann auch als Ausgang konfiguriert werden.

Details zum Anschließen siehe „Anleitung zur elektrischen Installation“ (HD0678).

Der erste Digitaleingang kann wie folgt konfiguriert werden:

Kein:	Der Digitaleingang wird ignoriert.
Mittelwert/Halt	Dieser dient zur Steuerung des Start/Stopp-Zeitraums für die Chargen-Mittelwertbildung. Ist das Eingangssignal aktiviert und der mit dem Parameter „MittW/Halt-Verzög“ eingestellte Verzögerungszeitraum abgelaufen, beginnt die Mittelwertbildung der „ROH“- oder „Unskaliert“-Werte (siehe den Abschnitt 4.3 zum Mittelwertmodus). Wenn der Eingang anschließend deaktiviert wird, wird die Mittelwertbildung gestoppt und der Durchschnittswert konstant gehalten, damit er von der Chargen-SPS gelesen werden kann. Wird der Eingang anschließend wieder aktiviert, wird der Durchschnittswert zurückgesetzt und die Mittelwertbildung neu gestartet.
Feuchte/Temperatur:	Ermöglicht das Umschalten zwischen „Unskaliert“, „Feuchte“ (je nach Einstellung) und „Temperatur“ für den Analogausgang. Dies ist nützlich, wenn der Temperaturausgang trotz Verwendung nur eines Analogausgangs benötigt wird. Bei inaktivem Eingang zeigt der Analogausgang die entsprechende Feuchtevariable an (Unskaliert oder Feuchte). Bei Aktivierung des Eingangs meldet der Analogausgang die Materialtemperatur (in Grad Celsius). Die Temperaturskalierung des Analogausgangs ist fix – der Nullwert (0 oder 4 mA) entspricht 0 ºC, der Maximalwert (20 mA) entspricht 100 ºC.
Mixer Sync:	Ein neuer synchronisierter Messzyklus wird gestartet, wenn der Eingang aktiv wird.

Der zweite Digitaleingang/-ausgang kann als Eingang für Feuchte/Temperatur, aber auch für folgende Ausgänge konfiguriert werden:

Beh. leer:	Dieser Ausgang wird aktiviert, wenn die unskalierten oder Feuchte-Werte unter die im Bereich „Mittelwertbildung“ definierte Untergrenze fallen. So kann dem Bediener gemeldet werden, dass der Sensor trockengefallen ist (der Sensorwert ist null), wenn der Sensor trockenfällt, der Behälter also leer ist.
Data out of range:	Der Ausgang wird aktiv, wenn der Feuchtemesswert über oder unter den Inklusivgrenzen für die Feuchte bzw. über oder unter den Inklusivgrenzen für unskalierte Werte liegt.

Sensor OK: Dieser Ausgang wird in folgenden Situationen aktiv:

- Der Frequenzmesswert liegt zwischen den definierten Luft- und Wasserkalibrierpunkten +/–3 %.
- Der Amplitudenmesswert liegt zwischen den definierten Luft- und Wasserkalibrierpunkten +/–3 %.
- Die Temperatur der internen Elektronik liegt unter der für einen sicheren Betrieb geltenden Grenze.
- Die Temperatur des RF-Resonators liegt über der für einen sicheren Betrieb geltenden Grenze.
- Die interne Speisespannung liegt im zulässigen Bereich.

Material Temp alarm: Der Alarm wird aktiv, wenn die Materialtemperatur außerhalb der konfigurierten Ober- und Untergrenzen liegt.

Calibration out of range: Der Ausgang wird aktiv, wenn der „Unskaliert"-Messwert für einen der Messmodi mehr als drei Punkte über oder unter dem in der Kalibrierung verwendeten Bereich für „Unskaliert"-Messwerte liegt. Dies kann genutzt werden, um zu melden, dass ein weiterer Kalibrierpunkt erstellt werden kann/sollte.

Auto-Track Stable: „Auto-Track Stable" gibt an, ob der Sensormesswert stabil ist. Die Stabilität ist als Abweichung von einer konfigurierten Reihe von Datenpunkten definiert. Sowohl der Abweichungswert als auch die Menge der verwendeten Daten (in Sekunden) können im Sensor konfiguriert werden. Der Ausgang wird aktiv, wenn „Auto-Track Deviation" unter dem „Auto-Track Deviation"-Grenzwert liegt.

3.2 Einstellungen der Eingangs-/Ausgangskonfiguration

3.2.1 Oberer und unterer Grenzwert (Alarme)

Oberer und unterer Grenzwert können für den Feuchtewert in Prozent und den unskalierten Sensorwert eingestellt werden. Die beiden Parameter arbeiten unabhängig voneinander. Der „Beh leer"-Ausgang wird aktiviert, wenn der Messwert unter dem unteren Grenzwert liegt. Der „Daten ungültig"-Ausgang wird aktiviert, wenn der Messwert über dem oberen oder unter dem unteren Grenzwert liegt.

3.2.2 Oberer und unterer Grenzwert für die Materialtemperatur (Alarm)

Der obere und der untere Grenzwert für die Materialtemperatur werden zum Konfigurieren des Materialtemperaturalarms verwendet. Wenn Digitaleingang/-ausgang 2 als Materialtemperaturalarm eingestellt ist, wird der Ausgang aktiv, sobald die Materialtemperatur über die Obergrenze steigt oder unter die Untergrenze fällt.

3.2.3 Auto-Track Deviation Threshold

„Auto-Track Deviation Threshold" wird zum Konfigurieren des „Auto-Track Stable"-Alarms verwendet. Der Ausgang wird – sofern konfiguriert – aktiv, wenn die Abweichung des „Gefilt. Feuchte %"-Messwerts unter diesem Grenzwert liegt.

3.2.4 Auto-Track Time

„Auto-Track Time" stellt die Menge an Daten (in Sekunden) ein, deren Mittelwert gebildet wird, um die Autotrack-Abweichung zu berechnen.

4 Mittelwertbildungsparameter

Im Rahmen der Mittelwertbildung verwendet der Sensor den Roh- oder „Gefiltert, unskaliert"-Wert (Benutzer konfiguriert) in seinen Berechnungen. Die folgenden Parameter bestimmen, wie Daten im Rahmen der Chargen-Mittelwertbildung verarbeitet werden, wenn der Digitaleingang oder die manuelle Mittelwertbildung verwendet wird. Sie werden normalerweise nicht für kontinuierliche Verfahren verwendet.

4.1 „Oberer Grenzwert" und „Unterer Grenzwert"

„Oberer Grenzwert" und „Unterer Grenzwert" können für den Feuchtewert in Prozent und den unskalierten Wert eingestellt werden. Die beiden Parameter arbeiten unabhängig voneinander. Liegt der Sensormesswert während der Sensor-Mittelwertbildung außerhalb des definierten Bereichs, wird er aus der Mittelwertberechnung ausgeschlossen.

Dies wird mit „Oberer Grenzwert" und „Unterer Grenzwert" in der Eingangs-/ Ausgangskonfiguration konfiguriert (Abschnitt 3.2.1).

4.2 Durchschnitt/Halten Verzögerung

Bei Verwendung des Sensors zur Messung des Feuchtegehalts von Materialien, die aus einem Behälter oder Silo entladen werden, tritt häufig eine kurze Verzögerung zwischen der Ausgabe des Steuersignals zum Starten der Charge und dem Beginn des Materialflusses über den Sensor auf. Feuchtemessungen in diesem Zeitraum müssen vom Batch-Mittelwert ausgeschlossen werden, da es sich wahrscheinlich um nicht repräsentative statische Messungen handelt. Der Verzögerungswert für „MittW/Halt" bestimmt die Dauer dieses auszuschließenden Anfangszeitraums. Für die meisten Anwendungen sind 0,5 Sekunden ausreichend, es kann aber wünschenswert sein, diesen Wert zu erhöhen. Einstellmöglichkeiten: 0, 0,5, 1, 1,5, 2 und 5 Sekunden.

4.3 Mittelw.-Modus

Stellt den Mittelwertbildungsmodus für die Berechnung des Mittelwerts ein. Verfügbar sind die Modi „Roh" (Unskaliert/Feuchte) und „Gefiltert" (Unskaliert/Feuchte). Passiert in der jeweiligen Anwendung eine mechanische Komponente (z. B. Mischerschaufel oder Förderschnecke) den Sensor und beeinträchtigt so den Messwert, können durch Verwendung des „Gefiltert"-Werts die Spitzen und Senken aus dem Signal entfernt werden. Wenn der Materialfluss stabil ist (beispielsweise beim Messen einer Siloausgabe), sollte für die Mittelwertbildung „Roh" eingestellt werden.

5 Filterung

Die Engineering Note zu den Standardeinstellungen des betreffenden Sensors enthält die Standardfiltereinstellungen, weitere Informationen siehe Anhang A Querverweise auf andere Dokumente.

Der „Rohwert, unskaliert"-Messwert wird 25-mal pro Sekunde erhoben und kann aufgrund von Signalschwankungen, die durch den Materialfluss hervorgerufen werden, einen hohen „Rauschanteil" enthalten. Daher muss das Signal gefiltert werden, damit es für die Feuchtesteuerung verwendet werden kann.

Die Standardfiltereinstellungen sind für die meisten Einsatzbereiche geeignet, können jedoch ggf. an spezielle Umstände angepasst werden.

Es gibt keine ideale Standardeinstellung für alle Anwendungen, da jeweils unterschiedliche Merkmale relevant sind. Bei idealer Filtereinstellung ergibt sich ein gleichförmiges Signal, das schnell auf Veränderungen anspricht.

Die Einstellungen für „Rohwert Feuchte %" und „Rohwert unskaliert" sollten **nicht** zu Steuerungszwecken eingesetzt werden.

Der unskalierte Rohwert wird von den Filtern in der folgenden Reihenfolge verarbeitet: Zunächst beschränken die Anstiegszeitfilter Sprünge im Signalpegel, dann entfernen die Verarbeitungsfilter für Digitalsignale Hochfrequenzrauschen aus dem Signal und schließlich glätten die Dämpfungsfilter (konfiguriert mit der Filterzeitfunktion) den gesamten Frequenzbereich.

Die Filter werden unten im Detail beschrieben.

5.1 Anstiegszeitfilter

Mit den Anstiegszeitfiltern können große Spitzen und Senken, die durch mechanische Einwirkungen in einem Prozess entstehen, aus den Sensormesswerten entfernt werden.

Die Filter dienen zur Einstellung von Grenzwerten für große positive und negative Änderungen des Rohwerts. Die Grenzwerte für positive und negative Schwankungen können getrennt eingestellt werden: Einstellmöglichkeiten: „Kein“, „Leicht“, „Mittel“ und „Schw.“. Je stärker die Einstellung, desto mehr wird das Signal „gedämpft“, sodass sich das Ansprechverhalten verlangsamt.

5.2 Digitalsignalverarbeitung (DSP)

Die DSP-Filter entfernen übermäßiges Rauschen mit einem fortschrittlichen Algorithmus aus dem Signal. Der Filter reduziert das Hochfrequenzrauschen. Der Vorteil dieses Filters besteht darin, dass er alle Signale in einem relevanten Frequenzbereich als gültig behandelt. Das Ergebnis ist ein geglättetes Signal, das schnell auf Feuchteänderungen reagiert.

DSP-Filter sind insbesondere für Anwendungsbereiche mit starkem Rauschen (z. B. Mischerumgebungen) nützlich. Für Umgebungen mit geringem Rauschen sind sie weniger wichtig.

Einstellmöglichkeiten: Keine, Sehr leicht, Leicht, Mittel, Schw., Sehr schw.

5.3 Filterzeit (Dämpfungszeit)

Mit der Filterzeit wird das Signal gedämpft, nachdem es die Anstiegszeitfilter und die DSP-Filter durchlaufen hat. Dieser Filter dämpft das gesamte Signal und verlangsamt deshalb das Signal-Ansprechverhalten. Die Filterzeit wird in Sekunden angegeben.

Einstellmöglichkeiten: 0, 1, 2,5, 5, 7,5, 10 oder ein benutzerdefinierter Wert bis 100 Sekunden.

5.4 Filter Include

Wenn aktiviert, werden nur „Unskaliert“-Werte über dem eingestellten Sollwert in der gefilterten Ausgabe berücksichtigt. Stellen Sie einen niedrigen Wert ein, wenn alle Messwerte berücksichtigt werden sollen. Der Standardwert ist –10.

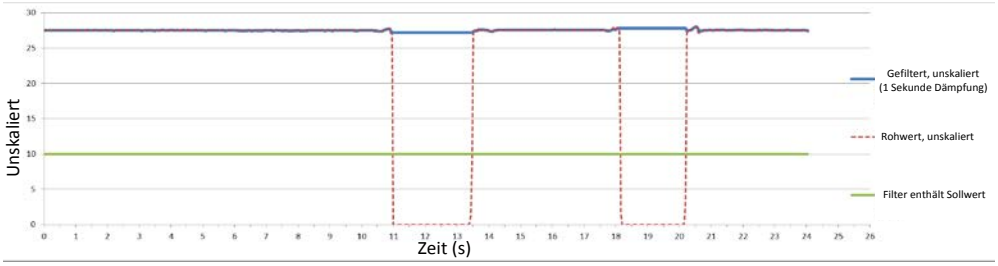


Abbildung 3: Sensorausgang für „Roh“ und „Filter einschl.“

6 Typische Feuchtekurve eines Hydronix-Feuchtesensors in fließendem Material

Abbildung 4 zeigt eine typische „Rohwert, unskaliert“-Feuchtekurve für fließendes Material. Das Signal ist aufgrund der Bewegung des am Sensor vorbeifließenden Materials unregelmäßig.

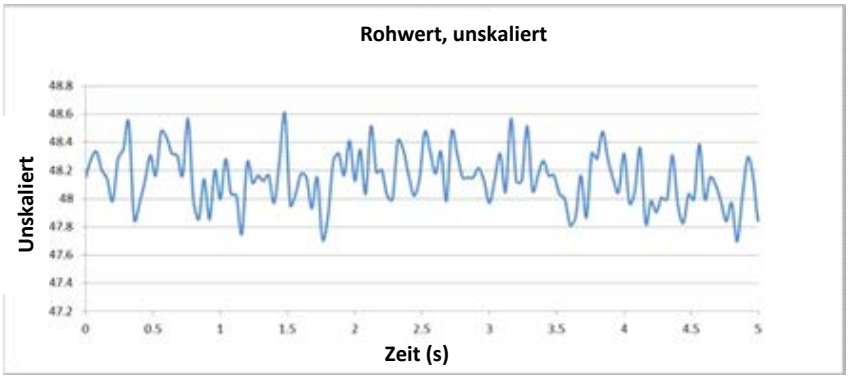


Abbildung 4: „Rohwert, unskaliert“-Feuchtekurve in fließendem Material

Die positiven Spitzen und negativen Senken können mit den Anstiegszeitfiltern gedämpft werden, um unerwünschtes Rauschen zu reduzieren. Nachdem das Signal die Anstiegszeitfilter durchlaufen hat und sofern der DSP-Filter ausgewählt ist, wird das Signal durch Anwendung der „Filterzeit“ (Dämpfungszeit) weiter geglättet. Das Ergebnis ist eine weitaus klarere Darstellung der Feuchte im Material (Abbildung 5).

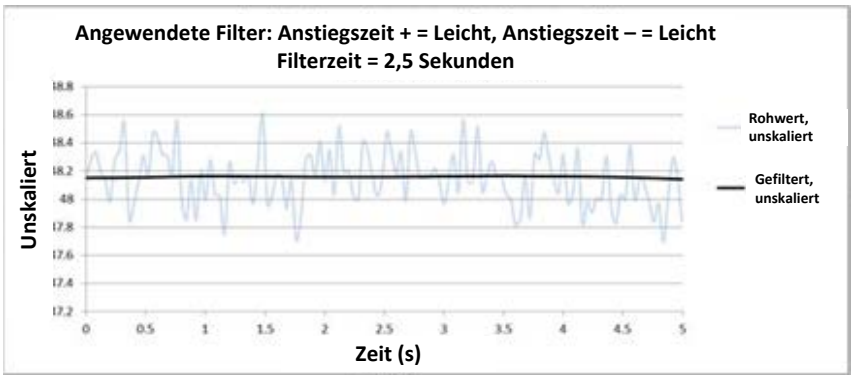


Abbildung 5: Gefiltertes Signal

7 Filtern des Signals in einer Mischeranwendung

Aufgrund des durch die Mischerschaufeln verursachten starken Rauschens muss das Signal gefiltert werden, damit es für die Feuchtesteuerung verwendet werden kann. Die Standardeinstellungen sind für die meisten Einsatzbereiche geeignet, können jedoch nötigenfalls angepasst werden.

Es gibt keine ideale Standardeinstellung für alle Mischer, da jeder Mischer ein anderes Mischverhalten besitzt. Bei idealer Filtereinstellung ergibt sich ein gleichförmiges Signal, das schnell auf Veränderungen anspricht.

Abbildung 6 zeigt eine typische Feuchtekurve während der Beschickung des Mischers für die Zementherstellung. Der Mischer ist zunächst leer. Sobald er mit Material befüllt wird, steigt das Ausgangssignal bis auf einen stabilen Wert (Punkt A). Dann wird Wasser zugegeben. Das Signal steigt an und stabilisiert sich an Punkt B. Die Charge ist fertiggestellt und das Material wird entladen. Stabile Messwerte an den Punkten A und B weisen darauf hin, dass alle Zutaten im Mischer homogen gemischt wurden.

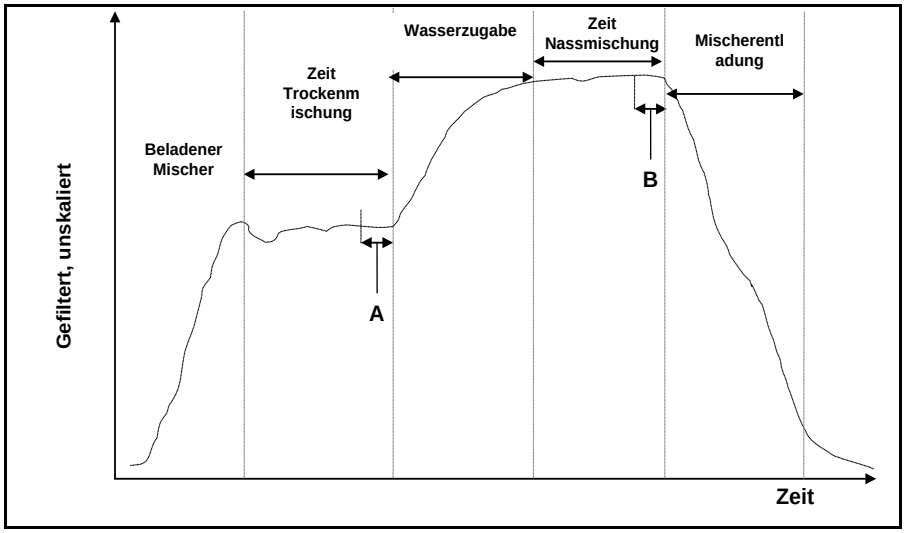


Abbildung 6: Typische Feuchtekurve

Der Grad der Stabilisierung an den Punkten A und B kann eine große Auswirkung auf Genauigkeit und Wiederholbarkeit haben. So messen die meisten automatischen Wassersteuerungen die Trockenfeuchte und berechnen dann auf Grundlage eines angestrebten Abschlusswerts in einer Rezeptur, wie viel Wasser zugegeben werden muss. In der Trockenmischphase muss an Punkt A unbedingt ein stabiles Signal vorliegen. Auf diese Weise kann der Wassermengenregler einen repräsentativen Messwert erheben und eine präzise Berechnung der zuzugebenden Wassermenge ausführen. Aus dem gleichen Grund bildet ein stabiles Signal am Ende der Nassmischzeit (Punkt B) einen Referenzpunkt für eine gute Mischung, während eine Rezeptur kalibriert wird.

Abbildung 7 zeigt die von einem Sensor während eines Mischzyklus aufgezeichneten „Rohwert, unskaliert"-Daten. Die durch die Mischerschaufeln verursachten Spitzen und Senken sind deutlich zu sehen.

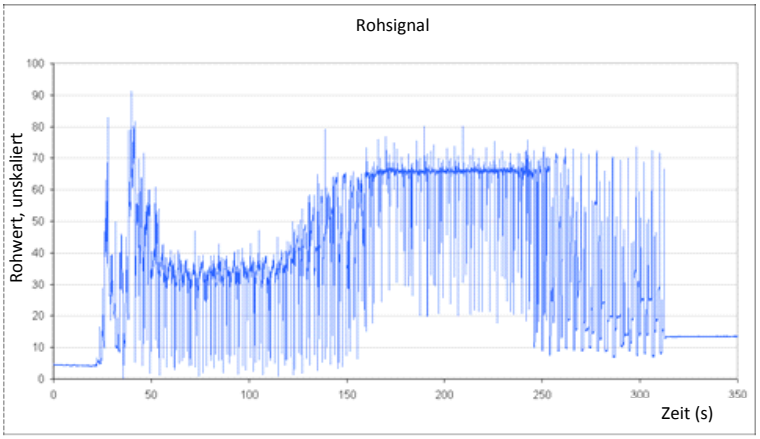


Abbildung 7: Kurve mit dem Rohsignal des Mischzyklus

Die beiden folgenden Kurven stellen die oben gezeigten Rohdaten gefiltert dar. Abbildung 8 basiert auf den folgenden Filtereinstellungen, die die Kurve „Gefiltert, unskaliert“ im Diagramm ausgeben.

AnstGesch + = Mittel

AnstGesch – = Leicht

Filterzeit = 1 Sekunde

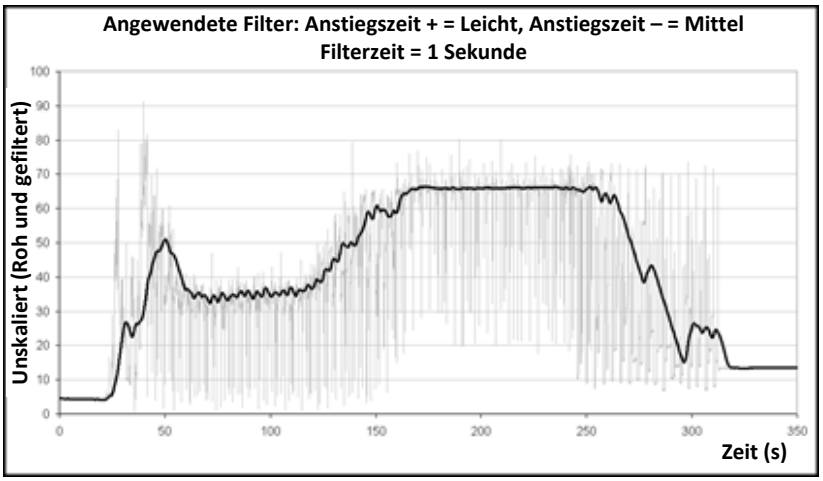

Angewendete Filter: Anstiegszeit + = Leicht, Anstiegszeit – = Mittel
Filterzeit = 1 Sekunde
Unskaliert (Roh und gefiltert)
Zeit (s)

Abbildung 8: Filtern des „Rohwert, unskaliert“-Signals (1)

Abbildung 9 zeigt die Wirkung folgender Einstellungen:

AnstGesch + = Leicht

AnstGesch – = Leicht

Filterzeit = 7,5 Sekunden

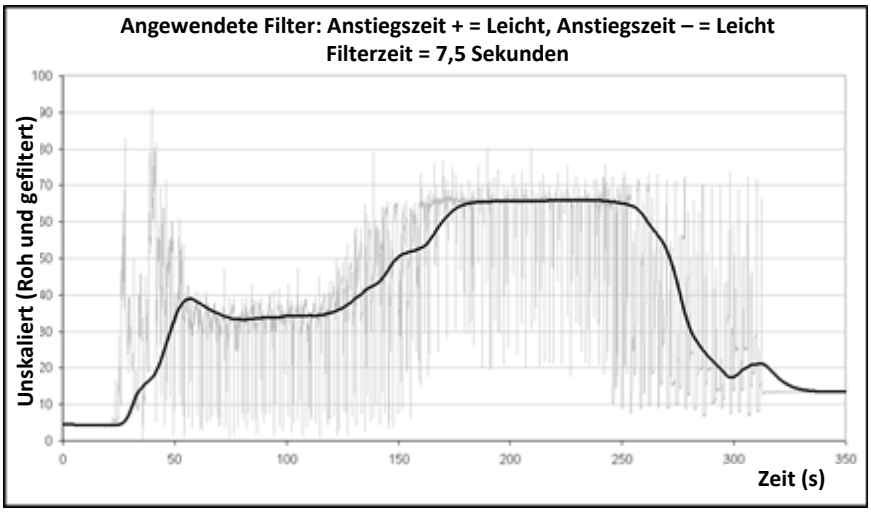

Angewendete Filter: Anstiegszeit + = Leicht, Anstiegszeit – = Leicht
Filterzeit = 7,5 Sekunden
Unskaliert (Roh und gefiltert)
Zeit (s)

Abbildung 9: Rohsignal filtern (2)

In Abbildung 9 wird deutlich, dass das Signal in der Trockenphase des Mischzyklus stabiler und damit für die Wasserkalibrierung besser geeignet ist.

Die Standardfiltereinstellungen sind für viele Einsatzbereiche geeignet. Um jedoch die optimalen Einstellungen zu ermitteln, sollten die Ergebnisse bei Inbetriebnahme überwacht werden. So können Rauschreduzierung und Ansprechverhalten ausbalanciert werden.

8 Messmodi

Die Messmodi erlauben die Optimierung der Empfindlichkeit des Sensors für ein gegebenes Material.

Die Auswahl der Messmodi ist nicht für alle Sensoren verfügbar und unterschiedliche Modelle besitzen unterschiedliche Messmodus-Standardeinstellungen. Der Abschnitt mit den technischen Daten in der Installationsanleitung des betreffenden Sensors enthält weitere Informationen.

Bis zu drei Messmodi sind verfügbar: Modus F, Modus V, Modus E.

Die Auswahl des geeignetsten Modus kann die Präzision der Messwerte steigern, zugleich aber den höchsten Messwert beschränken, der vom Sensor gemessen werden kann.

Der Sensor berechnet kontinuierlich den „Unskaliert"-Wert in jedem der verfügbaren Modi (F, V und E). Es ist zu beachten, dass der Sensor nicht in einem bestimmten Modus arbeitet, sondern die gesamte Zeit über in allen Modi. Für jedes Material bzw. Verfahren gibt es einen optimalen Betriebsmodus, der vom Bediener ausgewählt wird.

8.1 Auswählen des zu verwendenden Messmodus

Der optimale Modus ist von den Anforderungen des Benutzers und des Einsatzbereichs sowie vom gemessenen Material abhängig.

Präzision, Stabilität und Fluktuationen in der Dichte sowie der Feuchtearbeitsbereich sind Faktoren, die für die Auswahl des Messmodus relevant sind.

Modus F wird häufig für fließenden Sand und fließende Zuschlagstoffe sowie Betonmischanwendungen verwendet. Modus F ist zudem für Brixmessungen geeignet.

Die Modi V und E werden häufig für Materialien geringerer Dichte wie Korn oder andere organische Materialien verwendet. Sie werden außerdem für Materialien genutzt, deren Dichte variabel und vom Feuchtegehalt abhängig ist. Die Modi V und E sind auch für Mischverfahren mit hoher Intensität von Materialien hoher Dichte sowie für Mischverfahren mit signifikanten Änderungen der Dichte im Zeitverlauf (einschließlich Zuschlagstoffen und Beton) geeignet.

Das Ziel besteht darin, diejenige Technik auszuwählen, die ein optimales Ansprechverhalten und die präziseste Bestimmung der Feuchte liefert.

8.2 Effekte der Auswahl unterschiedlicher Modi

Jeder Modus weist eine andere Beziehung zwischen den unskalierten Werten des Sensors (0–100) und dem Prozentwert der Feuchte auf.

Bei der Messung aller Materialien ist es normalerweise vorteilhaft, wenn eine große Änderung der unskalierten Sensormesswerte einer kleinen Änderung des Feuchtegehalts gleichgesetzt ist. Dieses Vorgehen liefert die präzisesten kalibrierten Feuchtemesswerte (siehe Abbildung 10). Dies setzt voraus, dass der Sensor weiterhin über den gesamten erforderlichen Feuchtebereich messen kann und nicht so konfiguriert wird, dass er übermäßig empfindlich reagiert.

Alle Modi liefern eine stabile lineare Ausgabe. Ziel ist die Auswahl des Modus, der die flachste Feuchtekalibrierlinie anzeigt (siehe Kurve B in Abbildung 10). Dabei ist zu beachten, dass Kurve B präziser ist und das Maximum von 100 „Unskaliert"-Einheiten bei einem niedrigeren Feuchteprozentwert als der erwarteten maximalen Feuchte des gemessenen Materials erreicht werden kann. Der genaue Höchstwert der Feuchte in % ist eine Funktion des Gradienten der Materialkalibrierung und muss vom Benutzer bestimmt werden.

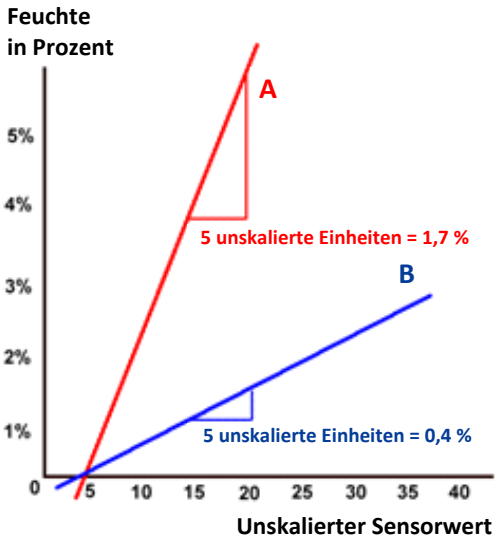


Abbildung 10: Beziehung der „Unskaliert“-Werte zur Feuchte

Um den Modus zu ermitteln, der für den Einsatzbereich am geeignetsten ist, sollten Testläufe für ein gegebenes Material, den Mischertyp bzw. den Einsatzbereich ausgeführt werden. Zuvor sollten Sie Hydronix kontaktieren und sich hinsichtlich der empfohlenen Einstellungen für den gegebenen Einsatzbereich beraten lassen.

Die Versuchsreihen sind vom Einsatzbereich abhängig. Für eine im Zeitverlauf für ein bestimmtes Verfahren erhobene Messung sollte die Sensorausgabe für jeden der unterschiedlichen Messmodi aufgezeichnet werden. Die Daten können problemlos mit einem PC und der Hydronix-Software Hydro-Com aufgezeichnet und dann in Grafiken dargestellt werden, um den geeignetsten Messmodus auszuwählen.

Für weitere Analysen – einschließlich Sensorfilteranalysen – kann Hydronix beratend eingreifen. Außerdem kann Software herangezogen werden, mit deren Hilfe der erfahrene Benutzer die bestmöglichen Einstellungen für einen Sensor ermitteln kann.

Die Software Hydro-Com und die Bedienungsanleitung sind unter www.hydronix.com als Downloads verfügbar.

Wenn der Sensor verwendet wird, um ein Ausgangssignal zu erhalten, das für Feuchte kalibriert ist (absolute Feuchtemessung), sollten für die Kalibrierung die unterschiedlichen Messmodi verwendet und die Ergebnisse verglichen werden (siehe Kapitel 3 für weitere Informationen).

Weitere Informationen erhalten Sie vom Hydronix-Supportteam unter support@hydronix.com.

9 Ausgeben der Sensordaten

Der Sensor liefert immer Daten für alle Modi. Aus diesem Grund erfolgt die Auswahl des zu verwendenden Modus bei der Auswahl der Ausgangsvariablen. Dies geschieht nun im Rahmen der Optimierung des Sensorbetriebs für das zu messende Material.

Das Diagramm unten zeigt die Anordnung der Daten im Sensor:

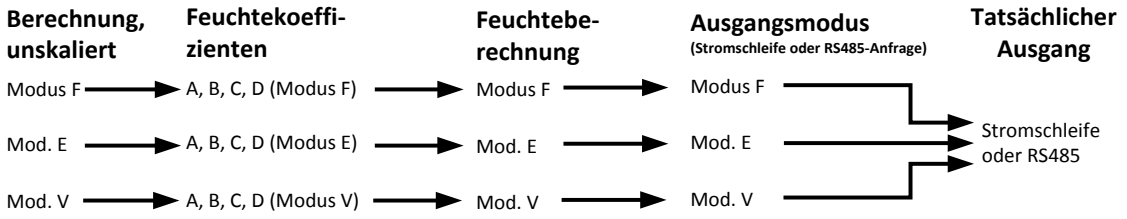


Abbildung 11: Datenanordnung im Sensor

9.1 Analoge Stromschleifen

Wenn die Daten über die analoge Stromschleife ausgegeben werden sollen, dann wählt der Benutzer zusätzlich zur unskalierten oder Feuchteausgabe den zu verwendenden Modus aus. Beispielsweise kann Analogausgang 1 auf „Gefiltert unskal., Mod. F“ oder „Mittlere Feuchte ModusE“ eingestellt sein.

9.2 RS485 Protocol

Das Hydronix Hydro-Link-Protokoll wurde erweitert und gestattet jetzt auch die Anforderung von Daten für verschiedene Modi. Mit dem erweiterten Protokoll kann der Host-PC beispielsweise „Mittelw unskal., Modus V“ oder „Gefiltert unskal., Mod. E“ anfordern. Benutzer, die das Hydro-Link-Protokoll in ein Steuersystem implementieren möchten, können bei Hydronix die vollständigen Protokollspezifikationen anfordern.

9.3 Rückwärtskompatibilität zu älteren Host-Systemen

Für die Implementierung neuer Host-Systeme bietet das oben beschriebene Schema (Abbildung 11) optimale Leistung und Flexibilität, um für jedes Material den optimalen Modus ermitteln und auswählen zu können. Neue Implementierungen sollten dieses Schema unterstützen.

Da viele Sensoren mit Altsystemen verbunden werden, wurde das Schema ergänzt, damit es auch mit diesen Systemen kompatibel ist. Diese Altsensoren wurden in einem zuvor festgelegten Modus betrieben und waren auf den Parameter „Unskal-Typ 1“ eingestellt. Außerdem unterstützten sie lediglich einen der Kalibrierkoeffizientensätze A, B, C und D.

Sensoren mit der HS0102-Firmware verfügen über ein leicht erweitertes Schema, um weiterhin rückwärtskompatibel zu sein. Wenn die Ausgangsvariable der Stromschleife oder das Hydro-Link-Protokoll ohne Angabe eines Modus angefordert wird (wie es bei älteren Host-Systemen der Fall gewesen wäre), dann wird die Einstellung „Unskal-Typ 1“ aktiv. Der für die Ausgabe relevante Modus würde von „Unskal-Typ 1“ ausgewählt werden. Dadurch wird das Diagramm wie folgt erweitert:

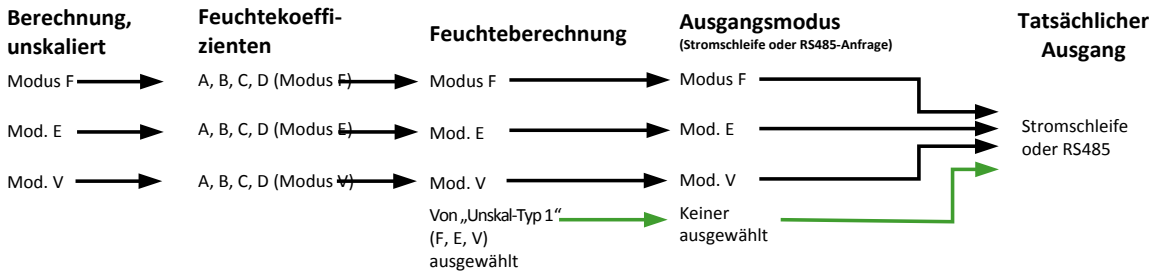


Abbildung 12: Kein Ausgang ausgewählt

Da ältere Host-Anwendungen die Koeffizienten A, B, C und D nicht für jeden der Modi schreiben können, unterstützt eine letzte Erweiterung einen Satz Koeffizienten für ältere Modi, die von vorhandenen Host-Systemen unterstützt werden. Dies zeigt die abschließende Version des Diagramms:

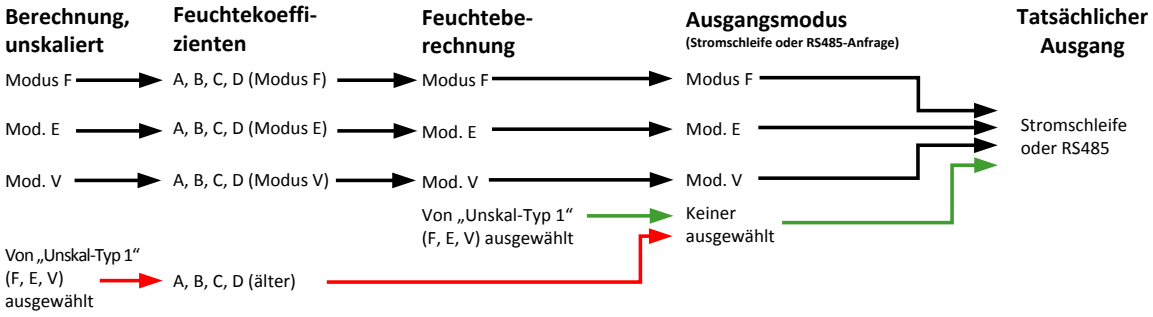


Abbildung 13: Älterer Ausgang ausgewählt

Wenn ein Stromschleifenausgang ohne eine Modusangabe festgelegt wird oder die Anforderung eines RS485-Protokolls ohne eine Modusangabe (für einen Feuchtewert) erfolgt, dann wird das folgende Verfahren durchgeführt:

- Wenn die älteren Koeffizienten nicht null sind, dann werden sie zur Berechnung des Feuchtewerts verwendet (rote Pfeile im Diagramm).
- Wenn die älteren Koeffizienten alle null sind, dann wird „Unskal-Typ 1“ verwendet, um die relevanten Koeffizienten und die Feuchte auszuwählen (grüne Pfeile). Auf diese Weise kann der Sensor auf einem aktuellen Host-System in allen Modi umfassend kalibriert und auf einem älteren Host-System verwendet werden.

9.4 Unskaliert 2

In Altsensoren wurde eine zweite „Unskaliert“-Berechnung implementiert, damit zwei Modi gleichzeitig verglichen werden können. Auf diese Weise konnten „Unskaliert“-Messwerte für einen zweiten Modus ausgegeben werden, Feuchtemesswerte hingegen nicht. Unskal. 2“ wurde aus Gründen der Rückwärtskompatibilität in die aktuellsten Sensoren implementiert. Aber da diese Sensoren immer alle Modi berechnen, sollte dieser Wert nicht zur Implementierung neuer Host-Systeme verwendet werden.

Mit den aktuellsten Sensoren können zum Vergleichen von Modi mehrere RS485-Protokolle angefordert werden, oder die zwei analogen Stromschleifenausgänge können für verschiedene Modi konfiguriert werden.

1 Sensorintegration

Der Sensor kann auf drei Arten in ein Verfahren integriert werden:

- Der Sensor kann so konfiguriert werden, dass ein lineares Ausgangssignal (0–100 unskaliert) zur Verfügung steht, während die Materialkalibrierung in einem externen Steuersystem erfolgt.

Oder:

- Der Sensor kann intern mit der Software Hydro-Com zur Sensorkonfiguration und -kalibrierung so kalibriert werden, dass ein Absolutwert für die prozentuale Feuchte ausgegeben wird.

Oder:

- Der Sensor kann auch zum Ausgeben eines Zielwerts verwendet werden.

Softwareentwicklungstools von Hydronix sind für Systementwickler erhältlich, die eine eigene Schnittstelle entwickeln möchten.

Ausführliche Informationen zum Integrieren des Sensors in ein Steuersystem oder einen Prozess enthält das Dokument „Moisture control methods for batching“ (EN0077).

2 Einführung in die Materialkalibrierung

2.1 Der „Unskaliert“-Wert

Bei der Herstellung wird jeder Sensor individuell in einer kontrollierten Umgebung so kalibriert, dass der Wert 0 der Messung in Luft und der Wert 100 der Messung in Wasser entspricht. Der Hydronix-Sensor gibt also einen Rohwert im Bereich zwischen 0 und 100 aus, der als „Unskaliert“-Wert bezeichnet wird.

2.2 Warum kalibrieren?

Mikrowellen-Feuchtesensoren von Hydronix messen die elektrischen Eigenschaften eines Materials. Jedes Material hat spezifische elektrische Eigenschaften. Deshalb muss eine Kalibrierung vorgenommen werden, damit ein echter Feuchte-/Brixwert ausgegeben wird. Der Sensor ermittelt die Feuchtevariationen in einem Material und korrigiert den „Unskaliert“-Wert entsprechend. Aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften aller Materialien ist der „Unskaliert“-Wert bei einer bestimmten Feuchte in Prozent für jedes Material anders.

Abbildung 14: Kalibrierungen für drei unterschiedliche Materialien zeigt die Kalibrierkurve für drei unterschiedliche Materialien. Bei jedem Material gilt also für einen „Unskaliert“-Wert von 20 ein anderer Feuchte-Prozentwert. Für Material A entspricht der „Unskaliert“-Wert 20 einem Feuchtewert von 15 %. Der gleiche „Unskaliert“-Wert entspricht bei Material B einer Feuchte von 10 %.

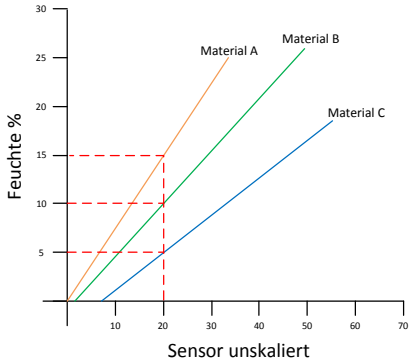


Abbildung 14: Kalibrierungen für drei unterschiedliche Materialien

Bei der Kalibrierung des Sensors für ein Material wird der „Unskaliert“-Wert einem echten Feuchtewert zugeordnet (Abbildung 15). Diese Zuordnung wird vorgenommen, indem der „Unskaliert“-Wert eines Materials mit verschiedenen Feuchte- oder Brixgehalten gemessen und eine Materialprobe genommen wird. Die Feuchte der Probe wird in einem Labor bestimmt. Der Prozess wird in dieser Bedienungsanleitung ausführlich beschrieben.

Sensor unskaliert	Im Labor ermittelte Feuchte
10	5
20	10
30	15
40	20

Abbildung 15: Typische Kalibrierergebnisse

2.3 Veränderungen im Material

Der Sensor muss an einer Position mit geeignetem und konsistentem Materialfluss platziert werden. Fluktuationen in der Materialzusammensetzung aufgrund unterschiedlicher Mischungen, Dichte oder Verdichtung können die Gültigkeit der Kalibrierung beeinträchtigen. Die Installationsanleitung zum betreffenden Sensor enthält Hinweise zur Montage.

Weitere Informationen zu spezifischen Anwendungen erhalten Sie vom Hydronix-Supportteam unter support@hydronix.com.

2.4 Kalibriermethoden

Mikrowellen-Feuchtesensoren von Hydronix können mit verschiedenen Methoden kalibriert werden.

Linear:

Eine Materialkalibrierung für Feuchte ist normalerweise linear. Das Vorgehen wird auf Seite 33 beschrieben. Folgende Gleichung wird verwendet:

*Feuchte % = **B** x (unskalierter Messwert) + **C** – **SSD***

Quadratisch:

Es gibt außerdem eine quadratische Gleichung für die seltenen Fälle von Materialien mit nicht linearen Eigenschaften (siehe unten).

*Moisture % = **A** x (Unskalierter Messwert)² + **B** (Unskalierter Messwert) + **C** – **SSD***

Der quadratische Koeffizient (A) ist nur bei komplizierten Anwendungen erforderlich. Für die meisten Materialien verläuft die Kalibrierkurve linear, sodass **„A“** auf null gesetzt werden kann.

Brix

Einige Sensoren können für Brixmessungen (gelöste Feststoffe) kalibriert werden. Für eine Brixkalibrierung wird mit folgender Gleichung eine andere Kurve verwendet:

$$Brix = A - B \cdot e^{(C \cdot us)} + D \cdot us^2$$

Weitere Informationen zu Kalibrierungen und zum Bestimmen der zu verwendenden Kalibrierung erhalten Sie von der Hydronix-Supportabteilung unter support@hydronix.com.

3 SSD-Koeffizient und SSD-Feuchtegehalt

In der Praxis können lediglich ofengetrocknete Feuchtewerte (Gesamtfeuchte) zur Kalibrierung verwendet werden. Wird die Oberflächenfeuchte (freie Feuchte) benötigt, muss der Koeffizient SSD verwendet werden. In einigen Branchen wird SSD auch als Wasserabsorptionswert (WAV) bezeichnet.

Absorbierte Feuchte	**+**	**Freie Feuchte**	**=**	**Gesamtfeuchte**

Der in Hydronix-Verfahren und -Geräten verwendete Koeffizient SSD ist der Offset für eine gesättigte trockene Oberfläche, also der Wasserabsorptionswert des Materials. Der SSD-Wert kann mit branchenüblichen Verfahren bestimmt oder beim Materiallieferanten erfragt werden.

Die Oberflächenfeuchte bezieht sich **ausschließlich** auf die Feuchte auf der Oberfläche des Aggregats, bezeichnet also das „freie Wasser“. In verschiedenen Anwendungen wie der Betonherstellung wird nur dieses freie Wasser im Prozess verwendet. Deshalb wird dieser Wert üblicherweise in Betonmischanwendungen angegeben.

Ofengetrocknete Feuchte % (Gesamt)	**–**	**Wasserabsorptionswert % (SSD-Offset im Sensor)**	**=**	**Oberflächenfeuchte % (freie Feuchte)**

4 Speichern der Kalibrierdaten

Es gibt zwei Methoden zum Speichern von Kalibrierdaten – entweder im Steuersystem oder im Sensor. Beide Methoden werden unten dargestellt.

Bei der Kalibrierung im Sensor müssen die Koeffizientenwerte mit Hilfe der digitalen RS485-Schnittstelle aktualisiert werden. Der Sensor gibt dann einen Wert aus, der sich direkt proportional zur Feuchte verhält. Zur Kommunikation über die RS485-Schnittstelle stellt Hydronix verschiedene PC-Programme zur Verfügung, insbesondere das Programm Hydro-Com, das eine spezielle Funktion zur Materialkalibrierung bietet.

Bei einer Kalibrierung außerhalb des Sensors benötigt das Steuersystem eine eigene Kalibrierfunktion. Die Feuchtekonvertierung kann dann aus dem linearen, unskalierten Sensorausgangssignal berechnet werden. Für eine Anleitung zum Einstellen des Ausgangs siehe Abbildung 2.

4.1 Kalibrierung im Sensor

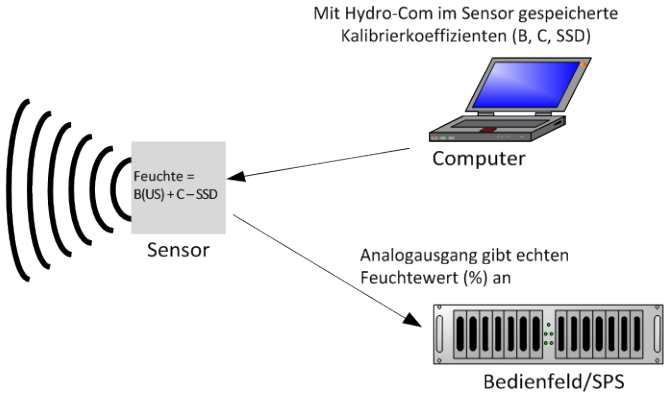


Abbildung 16: Kalibrierung im Sensor

Bei der Kalibrierung des Sensors mit den aktuellsten Versionen von Hydro-Com oder Hydro-View werden für jeden Messmodus für jeden Kalibrierpunkt unskalierte Werte gespeichert. Das bedeutet, dass nach einer gültigen Kalibrierung für jeden Modus immer ein korrekter Feuchtewert verfügbar ist. Der Sensor speichert daher für jeden Modus einen Satz A-, B-, C- und D-Koeffizienten.

Vorteile einer Kalibrierung im Sensor:

- Leistungsfähige kostenlose Software verbessert die Kalibriergenauigkeit (einschließlich Diagnosesoftware).
- Sensorkalibrierung ohne Eingriffe in das Steuersystem.
- Übertragen von Kalibrierungen zwischen Sensoren.

4.2 Kalibrierung im Steuersystem

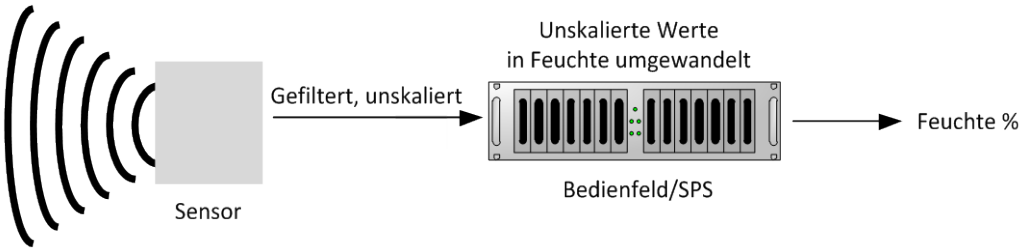


Abbildung 17: Kalibrierung im Steuersystem

Vorteile einer Kalibrierung im Steuersystem:

- Direkte Kalibrierung ohne zusätzlichen Computer oder RS485-Adapter.
- Keine weiteren Softwarekenntnisse nötig.
- Nach dem Austauschen eines Sensors erhalten Sie sofort gültige Werte, ohne den Sensor zunächst an einen PC anschließen zu müssen, um die Kalibrierung zu aktualisieren.
- Kalibrierwerte können leicht auf andere Sensoren übertragen werden.

5 Kalibrierverfahren für fließendes Material (linear)

Zur Bestimmung der Kalibrierkurve werden mindestens zwei Punkte benötigt. Jeder Punkt wird vom „Unskaliert"-Wert des Sensors für über den Sensor fließendes Material abgeleitet. Außerdem muss zum betreffenden Zeitpunkt eine Materialprobe genommen und getrocknet werden, um den tatsächlichen Feuchtegehalt zu ermitteln. Sie erhalten so Werte für „Feuchte" und korrespondierende „Unskaliert"-Werte, die in ein Diagramm eingetragen werden können. Mit mindestens zwei Punkten kann eine Kalibrierkurve gezogen werden.

Zur Kalibrierung des Sensors für das Material wird folgendes Verfahren empfohlen. Dieses Verfahren verwendet das Programm Hydro-Com, die Kalibrierdaten werden im Sensor gespeichert. Umfassende Informationen zur Kalibrierung finden Sie in der Hydro-Com-Bedienungsanleitung (HD0682).

Der Vorgang ist identisch, wenn die Kalibrierdaten im Sensor oder im Steuersystem gespeichert werden.

Für das Testen und die Probennahme existieren internationale Normen, die eine präzise und repräsentative Ermittlung des Feuchtegehalts gewährleisten. Diese Normen definieren die erforderliche Genauigkeit des Wiegens und der Probennahme, damit die Proben dem fließenden Material entsprechen. Weitere Informationen zur Probennahme können Sie der für Sie geltenden Norm entnehmen oder bei Hydronix unter support@hydronix.com erfragen.

5.1 Hinweise und Sicherheit

- Schutzbrille und Schutzkleidung zum Schutz vor beim Trocknen ausgeschleudertem Material tragen.
- Sensor nicht durch das Auftragen von Material auf die Sensorfläche kalibrieren. Derartige Messwerte sind nicht mit realen Bedingungen vergleichbar.
- Bei Erfassung des unskalierten Ausgangssignals die Probennahme an der Einbauposition des Sensors vornehmen.
- Es darf nicht vorausgesetzt werden, dass das aus zwei verschiedenen Gattern im Silo herausfließende Material den gleichen Feuchtegehalt besitzt. Daher dürfen keine Proben aus den Materialflüssen durch beide Gatter entnommen werden, um einen Mittelwert zu erhalten. Verwenden Sie in diesen Situationen immer zwei Sensoren.
- Führen Sie die Mittelung der Sensormesswerte möglichst im Sensor über den Digitaleingang oder im Steuersystem aus.
- Stellen Sie sicher, dass das am Sensor vorbeifließende Material repräsentativ ist.
- Stellen Sie sicher, dass eine repräsentative Materialprobe für die Ermittlung der Feuchte genommen wird.

5.2 Erforderliche Geräte

- *Waage*: Bis 2 kg, Messgenauigkeit 0,1 g
- *Heizquelle*: Zum Trocknen der Proben (z. B. Ofen, Mikrowelle oder Feuchtebestimmer)
- *Behälter*: Mit verschließbarem Deckel zur Aufbewahrung der Proben
- *Plastiktüten*: Zur Aufbewahrung der Proben vor dem Trocknen
- *Schaufel*: Zur Entnahme der Proben
- *Schutzausrüstung*: Brille, hitzebeständige Handschuhe und Schutzkleidung

HINWEISE: Umfassende Anweisungen zur Verwendung von Hydro-Com finden Sie in der Hydro-Com-Bedienungsanleitung (HD0682). Zeichnen Sie alle Kalibrierdaten auf, einschließlich der mutmaßlich falschen Ergebnisse.

Diese Prinzipien gelten unabhängig von der Verwendung der Software Hydro-Com beim Kalibrieren.

5.3 Verfahren

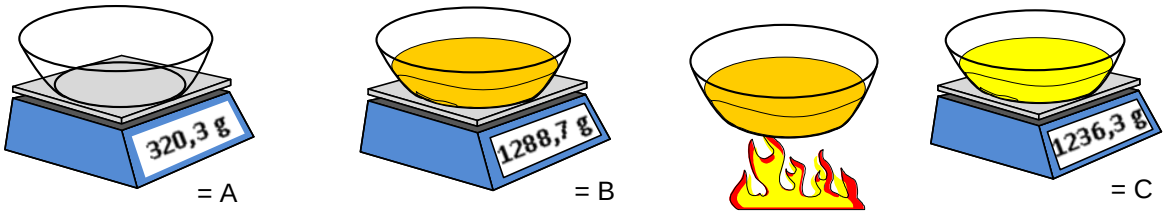
1. Für die Kalibrierung muss der gemittelte „Unskaliert“-Wert aufgezeichnet werden, wenn das Material den Sensor passiert. Gleichzeitig muss eine Materialprobe genommen werden. Die Proben sollten in unmittelbarer Nähe des Sensors genommen werden, damit es dem vom Sensor gemessenen Material so weit wie möglich entspricht.
2. Zur Durchführung der Kalibrierung kann der unskalierte Mittelwert abgerufen werden, indem entweder der „Mittelwert/Halt“-Eingang durch Anlegen von 24 V an den Digitaleingang aktiviert oder indem die Mittelwertbildung manuell mit Hydro-Com gestartet wird. Bei einer optimalen Installation wird der Digitaleingang mit dem Steuersystem verdrahtet. Wenn der Silo öffnet, startet die Mittelwertbildung, beim Schließen wird sie gestoppt. Der Wert wird gespeichert, bis die Mittelwertbildung wieder gestartet wird. Die Mittelwertbildung muss durch die Hauptdosis des Materials ausgelöst werden, Feindosierungen dürfen den Sensor-Digitaleingang nicht aktivieren.
3. Sobald das Material gleichmäßig fließt, sollte die Mittelwertbildung starten. Nehmen Sie mindestens 10 Einzelproben aus dem Materialfluss, bis sich ein Gesamtprobengewicht von 5 kg[1] im Behälter befindet. Das Material MUSS nahe am Sensor entnommen werden, damit das entnommene Material dem vom Sensor gemessenen Material entspricht.
4. Stoppen Sie den Materialfluss. Zeichnen Sie den unskalierten Mittelwert des Sensors auf.
5. Mischen Sie die entnommenen Proben, um eine homogene Mischung zu erzeugen. Diese Probe sollte in einem luftdichten Beutel verpackt und bis zur Analyse keiner Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden. Die Feuchte darf nicht aus der Probe entweichen.
6. Nehmen Sie drei Materialproben von jeweils 1 kg und analysieren Sie die Proben im Labor. Stellen Sie sicher, dass die Feuchte vollständig entfernt wird. Manche Materialien (z. B. Korn) müssen vor dem Trocknen gemahlen werden. Beachten Sie die einschlägigen Branchenstandards für das jeweilige Material.
7. Alle drei Proben müssen vollständig getrocknet und die Ergebnisse verglichen werden. Verwenden Sie zum Berechnen der Feuchte in Prozent den Feuchterechner (siehe Abschnitt 5.4). Unterscheiden sich die Ergebnisse des Feuchtegehalts um mehr als 0,3 %, müssen die Proben entsorgt werden. Die Kalibrierung ist zu wiederholen. Dies kann auf einen Fehler bei der Probennahme oder im Labor hindeuten.
8. Ordnen Sie die durchschnittliche Feuchte der drei Proben dem unskalierten Mittelwert zu.
9. Wiederholen Sie diesen Prozess für weitere Kalibrierpunkte. Idealerweise sollten Kalibrierpunkte erfasst werden, die den vollen Feuchte-Arbeitsbereich des Materials repräsentieren.

Anleitungen zum Kalibrieren mit Hydro-Com finden Sie in der Hydro-Com-Bedienungsanleitung (HD0682).

Hinweis 1) Standards für das Testen von Aggregaten empfehlen für eine repräsentative Probe mindestens 20 kg des Materials (Partikelgröße 0–4 mm).

Hinweis 2) Standards für das Testen von Aggregaten empfehlen für eine repräsentative Probe eine Differenz des Feuchtegehalts von maximal 0,1 %.

5.4 Berechnen des Feuchtegehalts



$$\text{Feuchtegehalt} = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times 100\ \%$$

Beispiel

$$\text{Feuchtegehalt} = \frac{1288{,}7\text{g} - 1236{,}3\text{g}}{1236{,}2\text{g} - 320{,}3\text{g}} \times 100\ \% = 5{,}7\ \%$$

(**Beachten Sie, dass sich die berechnete Feuchte in diesem Beispiel auf das Trockengewicht bezieht.)**

6 Gute/schlechte Kalibrierung

Eine gute Kalibrierung wird durch das Analysieren von Proben und das Erheben von Messwerten über den vollen Feuchtegehalt des Materials erreicht. Dabei sollten so viele Punkte wie möglich gemessen werden, um eine höhere Genauigkeit zu erreichen. Die folgende Abbildung zeigt eine gute Kalibrierung mit hoher Linearität.

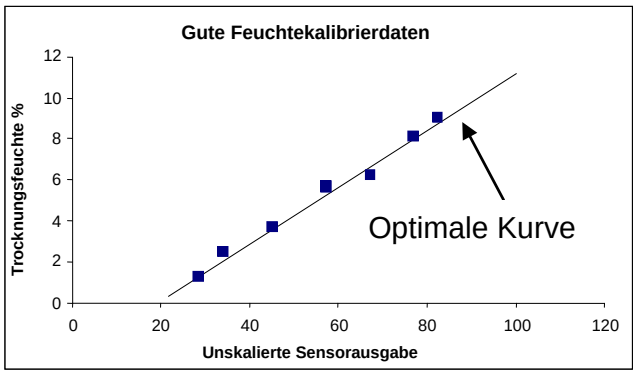


Abbildung 18: Beispiel für gute Materialkalibrierung

6.1 Ungenauigkeiten in der Kalibrierung sind unter folgenden Umständen wahrscheinlich:

- Verwendung einer zu geringen Probenmenge zum Messen des Feuchtegehalts.
- Verwendung einer zu geringen Anzahl von Kalibrierpunkten (nur 1 oder 2 Punkte).
- Die entnommene Probe entspricht nicht der Gesamtprobe.
- Es werden Proben mit ähnlichem Feuchtegehalt genommen (Abbildung 19, links). Es muss ein möglichst großer Feuchtebereich gegeben sein.
- Große Streuung der Messwerte, wie im folgenden Diagramm Abbildung 19 (rechts) dargestellt. Dies deutet gewöhnlich auf eine unzuverlässige bzw. uneinheitliche Probennahme („Austrocknung“) oder auf eine mangelhafte Sensorplatzierung mit unzureichendem Materialfluss hin.
- Die Mittelwertfunktion wurde nicht verwendet, deshalb ist kein repräsentativer Feuchtewert für die gesamte Charge verfügbar.

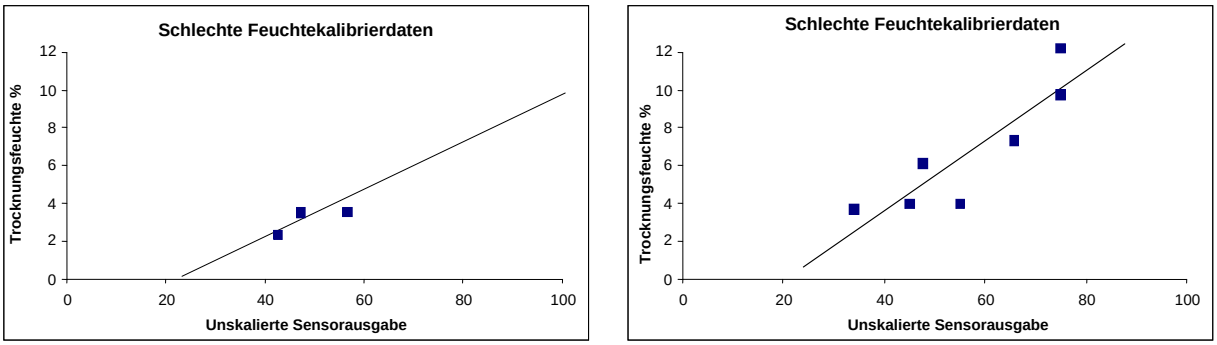


Abbildung 19: Beispiele für mangelhafte Kalibrierpunkte

7 Kalibrierung mittels quadratischer Gleichung

Mikrowellen-Feuchtesensoren von Hydronix können in den seltenen Fällen, in denen sich ein Material nicht linear verhält, eine quadratische Gleichung für die Kalibrierung verwenden. Für quadratische Gleichungen, bei denen die Kalibrierpunkte keine Gerade bilden, wird der Koeffizient A verwendet und eine optimale Kurve generiert (Abbildung 20). Folgende Gleichung wird verwendet:

$$\text{Feuchte \%} = A \times (\text{Unskalierter Wert})^2 + B\,(\text{Unskalierter Wert}) + C - D$$

Das gleiche Verfahren wird für lineare Kalibrierungen verwendet (siehe Seite 33) und ist für die Probennahme sowie zum Ermitteln des Feuchtegehalts des Materials in Prozent zu verwenden.

Umfassende Informationen zur Kalibrierung finden Sie in der Hydro-Com-Bedienungsanleitung (HD0682).

7.1 Gute/Mangelhafte Kalibrierungen auf Basis der quadratischen Gleichung

Eine gute Kalibrierung wird erreicht, wenn die Proben über den vollen Arbeitsbereich des Materials erhoben werden. Dabei sollten so viele Punkte wie möglich verwendet werden, um eine höhere Genauigkeit zu erreichen.

Abbildung 20 ist ein Beispiel für eine gute Kalibrierung. Alle Punkte liegen nahe der Kurve und die Punkte sind gut über den gesamten Feuchtebereich des Materials verteilt.

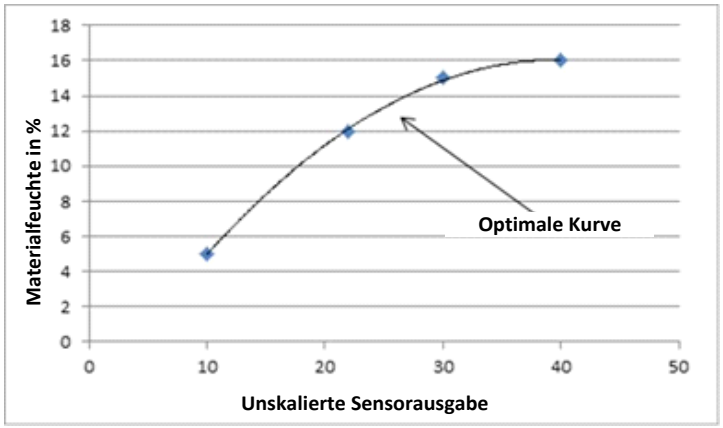


Abbildung 20: Beispiel für eine gute Kalibrierung auf Basis der quadratischen Gleichung

Abbildung 21 ist ein Beispiel für eine mangelhafte Kalibrierung. Es ist offensichtlich, dass die Kalibrierpunkte nicht nahe an der Kurve liegen. Dies deutet auf mögliche Fehler bei der Probennahme und im Labor hin. Diese Kalibrierung müsste wiederholt werden.

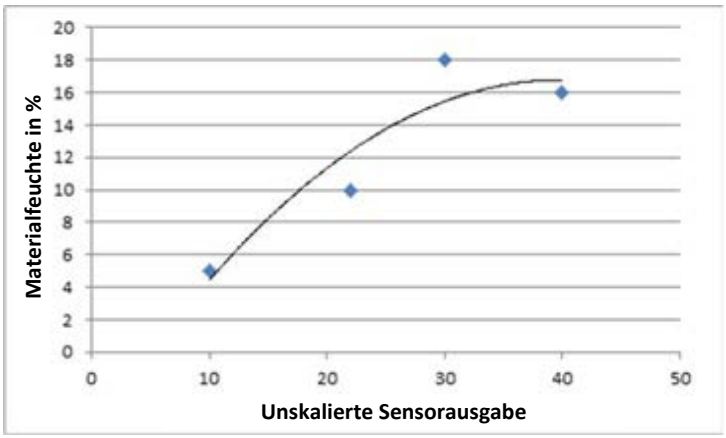


Abbildung 21: Beispiel für eine mangelhafte Kalibrierung auf Basis der quadratischen Gleichung

8 Brixkalibrierung

Ausgewählte Sensoren können den Brixgehalt einer Flüssigkeit vom „Unskaliert"-Wert ableiten (siehe die technischen Daten in der Installationsanleitung des betreffenden Sensors für weitere Informationen). Der Wert gibt die Menge der gelösten Feststoffe in einer Flüssigkeit an und wird in erster Linie in der Lebensmittelindustrie verwendet.

Die Brixberechnung unterscheidet sich von der für Feuchte verwendeten linearen Berechnung. Zum Erstellen einer Kalibrierkurve wird folgende Gleichung verwendet:

$$Brix = A - B \cdot e^{(C \cdot us)} + D \cdot us^2$$

„**us**" bezeichnet den unskalierten Sensorwert. Diese Gleichung liefert eine Exponentialkurve.

Wenn Sensoren zum Messen des Brixwerts verwendet werden, müssen die Sensoren trotzdem für den überwachten Prozess kalibriert werden. Das Verfahren wird unten beschrieben.

1. Zum Kalibrieren des Sensors muss eine Reihe von „Unskaliert"-Werten den entsprechenden Brixwerten zugeordnet werden.
2. Für die Kalibrierung wird der „Gefiltert, unskaliert"-Wert aufgezeichnet und zum gleichen Zeitpunkt eine Probe des Materials genommen. Diese Probe sollte möglichst nah am Sensor genommen werden. So wird sichergestellt, dass das als Probe entnommene Material wirklich dem entspricht, was der Sensor misst.
3. Wenn eine Probe für die Kalibrierung entnommen wird, muss das Material im Prozess fließen. Zeichnen Sie den „Gefiltert, unskaliert"-Wert des Sensors auf und nehmen Sie zum gleichen Zeitpunkt eine Probe des Materials mit der geeigneten Probennahmemethode.
4. Die Probe muss groß genug sein, damit verschiedene Labortests ausgeführt werden können. Die Laborergebnisse sollten verglichen werden, da Variationen in den Ergebnissen auf Fehler bei der Probennahme oder im Labor hindeuten.
5. Der aus den Laborergebnissen und dem „Gefiltert, unskaliert"-Wert gebildete Mittelwert liefert einen Kalibrierpunkt.
6. Wiederholen Sie die Schritte 3–5 für weitere Kalibrierpunkte. Idealerweise sollten Kalibrierpunkte erfasst werden, die den erwarteten Brixbereich des Materials vollständig abdecken.

Die Software Hydro-Com sollte verwendet werden, um die Kalibrierkoeffizienten zu berechnen und den Sensor mit der Kalibrierung zu aktualisieren.

8.1 Gute/Mangelhafte Brixkalibrierung

Eine gute Brixkalibrierung wird durch das Analysieren des Materials über den Arbeitsbereich erreicht. Für höhere Präzision ist eine gute Verteilung der Punkte erforderlich. Abbildung 22 zeigt eine gute Kalibrierung, bei der alle Punkte an der optimierten Kurve liegen.

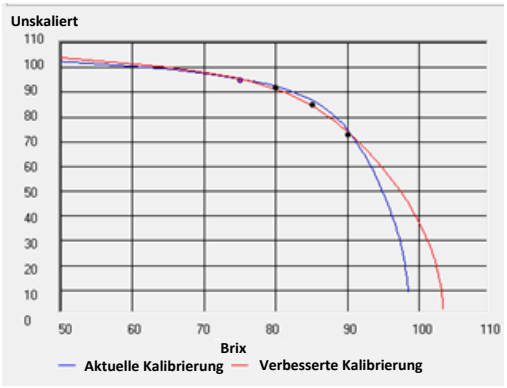


Abbildung 22: Beispiel für eine gute Brixkalibrierung

Abbildung 23 ist ein Beispiel für eine mangelhafte Brixkalibrierung, da nicht alle Punkte nah an der Kurve liegen.

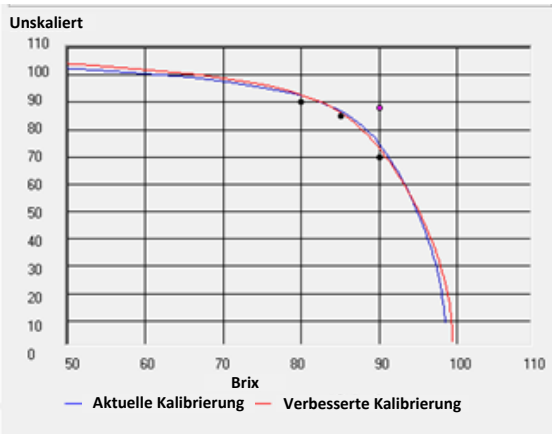


Abbildung 23: Beispiel für eine mangelhafte Brixkalibrierung

Weitere Informationen zur Verwendung von Hydro-Com enthält die Bedienungsanleitung (HD0682).

Der Sensor ist ein Präzisionsinstrument und in vielen Fällen genauer als andere Geräte oder für die Kalibrierung verwendete Probennahmetechniken. Für optimale Leistung ist sicherzustellen, dass die folgenden grundlegenden Richtlinien beim Einbau eingehalten werden und der Sensor mit geeigneten Filterparametern konfiguriert wird.

Die Sensorparameter für Filterung und Signalglättung sollten gemäß der Beschreibung in Kapitel 2, Abschnitt 5 eingestellt werden.

Durch Auswahl eines alternativen Messmodus (Kapitel 2, Abschnitt 8) kann ein besseres Ansprechverhalten erreicht werden. Zuvor muss aber die Leistung jedes Modus mit der Software Hydro-Com ermittelt werden.

1 Allgemeine Hinweise

- **Einschalten**: Der Sensor sollte sich mindestens 15 Minuten an die Umgebungsbedingungen anpassen, bevor Spannung angelegt wird.
- **Position**: Der Sensor muss Kontakt zu einer repräsentativen Materialprobe haben.
- **Fluss**: Der Sensor muss Kontakt zu einem konsistenten Materialfluss haben.
- **Material**: Wenn sich die Art oder Quelle des Materials ändert, kann sich dies auf den Feuchtemesswert auswirken.
- **Partikelgröße des Materials**: Wenn sich die Partikelgröße des gemessenen Materials ändert, kann sich dies auf das Fließverhalten des Materials bei gegebenem Feuchtegehalt auswirken. Eine Zunahme der feinen Materialien führt oft zu einer „Verfestigung“ des Materials bei gegebenem Feuchtegehalt. Diese Verfestigung darf nicht automatisch als verringerte Feuchte interpretiert werden. Der Sensor misst weiterhin die Feuchte.
- **Materialablagerung**: Materialablagerungen auf der Keramikstirnplatte vermeiden.

2 Routinemäßige Wartung

Stellen Sie sicher, dass die Keramikstirnplatte immer frei von Materialablagerungen ist.

Untersuchen Sie die Keramikstirnplatte auf Risse und Absplitterungen.

BEI WARTUNGSARBEITEN NICHT AUF DIE KERAMIKSTIRNFLÄCHE SCHLAGEN.

Die folgenden Tabellen enthalten eine Aufstellung typischer Fehler beim Einsatz des Sensors. Wenn Sie anhand dieser Informationen keine Lösung finden, wenden Sie sich an den technischen Support von Hydronix

1 Sensordiagnose

1.1 Symptom: Kein Ausgangssignal vom Sensor

Mögliche Erklärung	**Prüfung**	**Erforderliches Resultat**	**Erforderliche Maßnahmen**
Ausgangssignal vorhanden, aber nicht korrekt	Einfachen Test mit Hand auf Sensor durchführen	mA-Messwert im normalen Bereich (0–20 mA, 4–20 mA)	Sensor aus- und wieder einschalten
Keine Stromversorgung des Sensors	Gleichspannung im Verteiler	+15–30 VDC	Störung in der Stromversorgung/ Verdrahtung suchen
Sensor vorübergehend außer Funktion	Sensor aus- und wieder einschalten	Sensor funktioniert richtig	Stromversorgung prüfen
Kein Sensorsignal am Steuersystem	Sensorsignalstrom am Steuersystem messen	mA-Messwert im normalen Bereich (0–20 mA, 4–20 mA), abhängig vom Feuchtegehalt	Zum Verteiler führende Kabel prüfen
Kein Sensorausgangs-signal am Verteiler	Sensorausgangs-signalstrom an den Klemmen des Verteilers messen	mA-Messwert im normalen Bereich (0–20 mA, 4–20 mA), abhängig vom Feuchtegehalt	Sensor-Anschlussstifte kontrollieren
MIL-SPEC-Anschlussstifte des Sensors sind beschädigt	Sensorkabel abziehen und Stifte auf Beschädigung untersuchen	Stifte sind verbogen und können zurück-gebogen werden, um den elektrischen Kontakt herzustellen	Sensorkonfiguration durch Anschluss an einen PC kontrollieren
Interner Fehler oder falsche Konfiguration	Sensor mithilfe der Software Hydro-Com und mit einem geeigneten RS485-Wandler mit einem PC verbinden	Digitaler RS485-Anschluss funktioniert. Konfiguration korrigieren	Digitaler RS485-Anschluss funktioniert nicht. Sensor zwecks Reparatur an Hydronix schicken

1.2 Symptom: Fehlerhafter Analogausgang

Mögliche Erklärung	Prüfung	Erforderliches Resultat	Erforderliche Maßnahmen
Verdrahtungsproblem	Verdrahtung am Verteiler und an der SPS	Twisted-Pair-Kabel für die gesamte Strecke zwischen Sensor und SPS, richtig verdrahtet	Mit dem unter „Technische Daten“ angegebenen Kabel verdrahten
Sensoranalogausgang fehlerhaft	Analogausgang von der SPS trennen und mit Amperemeter messen	mA-Messwert im normalen Bereich (0–20 mA, 4–20 mA)	Sensor an einen PC anschließen und Hydro-Com ausführen. Analogausgang auf der Diagnoseseite prüfen. mA-Ausgang auf bekannten Wert setzen und mit einem Amperemeter prüfen
Analogeingangskarte der SPS fehlerhaft	Analogausgang von der SPS trennen und Sensor-Analogausgang mit Amperemeter messen	mA-Messwert im normalen Bereich (0–20 mA, 4–20 mA)	Analogeingangskarte austauschen

1.3 Symptom: Keine Kommunikation zwischen Computer und Sensor

Mögliche Erklärung	Prüfung	Erforderliches Resultat	Erforderliche Maßnahmen
Keine Stromversorgung des Sensors	Gleichspannung im Verteiler	+15–30 VDC	Störung in der Stromversorgung/ Verdrahtung suchen
RS485 falsch mit dem Wandler verdrahtet	Auf richtige Verdrahtung und Richtung der A- und B-Signale des Wandlers achten	RS485-Wandler richtig verdrahtet	PC-COM-Port Einstellungen prüfen
Falscher COM-Port in Hydro-Com ausgewählt	Richtiger COM-Port in Hydro-Com ausgewählt	Zum richtigen COM-Port umschalten	Im Geräte-Manager des PC die dem Port tatsächlich zugewiesene COM-Port-Nummer ermitteln
Die Adresse wurde mehreren Sensoren zugewiesen	Jeder Sensor muss separat verbunden werden	Sensor wird an einer Adresse gefunden. Diesem Sensor eine neue Nummer zuweisen und den Vorgang für alle Sensoren im Netzwerk wiederholen	Andere RS485-RS232/USB-Schnittstelle verwenden, sofern verfügbar

1.4 Symptom: Nahezu konstanter Feuchtemesswert

Mögliche Erklärung	**Prüfung**	**Erforderliches Resultat**	**Erforderliche Maßnahmen**
Silo leer oder Sensor freigelegt	Sensor von Material bedeckt	100 mm Material-Mindesttiefe	Silo befüllen
Material hängt im Silo	Material hängt nicht über dem Sensor	Gleichmäßiger Materialfluss über die Sensorplatte, wenn das Gatter offen ist	Suchen Sie nach Ursachen für unregelmäßigen Materialfluss. Sensor neu positionieren, wenn das Problem weiter auftritt
Materialablagerungen auf der Sensorplatte	Ablagerungen wie getrocknetes Festmaterial auf der Keramikstirnplatte	Der Materialfluss sollte die Keramikstirn-platte sauber halten	Prüfen, ob der Winkel der Keramik zwischen 30 und 60 Grad liegt. Ändern Sie die Sensorposition, wenn das Problem weiter auftritt
Falsche Eingangskalibrierung im Steuersystem	Steuersystem-Eingangsbereich	Steuersystem akzeptiert den Ausgangsbereich des Sensors	Steuersystem modifizieren oder Sensor neu konfigurieren
Sensor im Alarmzustand: 0 mA für den Bereich 4–20 mA	Feuchtegehalt des Materials durch Ofentrocknung	Muss im Arbeitsbereich des Sensors liegen	Sensorbereich und/oder -kalibrierung einstellen
Störungen von Mobiltelefonen	Verwendung von Mobiltelefonen in unmittelbarer Umgebung des Sensors	Keine Funkfrequenz-quellen in der Nähe des Sensors	Verwendung im Umkreis von 5 m zum Sensor unterbinden
„Mittelwert/Halt“-Schalter wurde nicht betätigt	Signal an Digitaleingang anlegen	Feuchtemesswert sollte sich ändern	Mit der Hydro-Com-Diagnosefunktion verifizieren
Keine Stromversorgung des Sensors	Gleichspannung im Verteiler	+15–30 VDC	Störung in der Stromversorgung/ Verdrahtung suchen
Kein Sensorsignal am Steuersystem	Sensorsignalstrom am Steuersystem messen	Abhängig vom Feuchtegehalt	Zum Verteiler führende Kabel prüfen
Kein Sensoraus-gangssignal am Verteiler	Sensorausgangssignal strom an den Klemmen des Verteilers messen	Abhängig vom Feuchtegehalt	Sensor-Ausgangs-konfiguration prüfen
Sensor wurde heruntergefahren	Strom für 30 Sekunden trennen und erneut versuchen oder Strom-aufnahme messen	Im Normalbetrieb 70–150 mA	Prüfen, ob die Betriebstemperatur im angegebenen Bereich liegt

Mögliche Erklärung	Prüfung	Erforderliches Resultat	Erforderliche Maßnahmen
Interner Fehler oder falsche Konfiguration	Sensor ausbauen, Stirnplatte reinigen und Messwert prüfen: (a) mit sauberer Keramikstirnplatte und (b) mit einer fest auf die Keramikstirnplatte gedrückten Hand	Messwert muss sich in einem sinnvollen Bereich ändern	Betrieb mit der Hydro-Com-Diagnosefunktion verifizieren

1.5 Symptom: Inkonsistente oder unbeständige Messwerte, die den Feuchtegehalt nicht wiedergeben

Mögliche Erklärung	Prüfung	Erforderliches Resultat	Erforderliche Maßnahmen
Verunreinigung auf dem Sensor	Verunreinigungen wie Reinigungstücher, die über der Sensor-stirnplatte hängen	Der Sensor muss immer frei von Verunreinigungen sein	Materiallagerung verbessern. Oben auf den Silos und Mischerladeöffnungen Maschendrahtgitter anbringen
Material hängt im Silo	Material hängt über dem Sensor	Gleichmäßiger Materialfluss über die Sensorplatte, wenn das Gatter offen ist	Ursachen für unregelmäßigen Materialfluss ermitteln Sensor neu positionieren, wenn das Problem weiter auftritt
Materialablagerungen auf der Sensorplatte	Ablagerungen wie getrocknetes Festmaterial auf der Keramikstirnplatte	Der Materialfluss sollte die Keramik-stirnplatte immer sauber halten	Winkel der Keramik auf 30–60 Grad ändern. Sensor neu positionieren, wenn das Problem weiter auftritt
Fehlerhafte Kalibrierung	Sicherstellen, dass die Kalibrier-werte für den Arbeitsbereich geeignet sind	Kalibrierwerte erstrecken sich über den gesamten Bereich und verhindern eine Extrapolation	Weitere Kalibriermessungen durchführen
Eisbildung im Material	Materialtemperatur	Kein Eis im Material	Sensor misst nicht in Eis
„Mittelwert/Halt“-Signal wird nicht verwendet	Steuersystem berechnet Chargen-Durchschnittswerte	Die „Durchschnittliche Feuchte“-Messwerte müssen in Anwendungen verwendet werden, bei denen Chargen gewogen werden	Je nach Anforderung Steuersystem modifizieren und/oder Sensor neu konfigurieren

Mögliche Erklärung	**Prüfung**	**Erforderliches Resultat**	**Erforderliche Maßnahmen**
Falsche Verwendung des „Mittelwert/Halt“-Signals	„Mittelwert/Halt“-Eingang arbeitet, während der Hauptfluss von Material aus dem Silo stattfindet	„Mittelwert/Halt“ darf nur während des Hauptflusses aktiv sein, nicht während der Feindosierung	Einstellungen ändern, um den Hauptfluss in die Messung ein- und die Feindosierung aus der Messung auszuschließen
Ungeeignete Sensorkonfiguration	„Mittelwert/Halt“-Eingang benutzen. Sensorverhalten beobachten	Der Ausgang sollte bei ausgeschaltetem „Mittelwert/Halt“-Eingang konstant und bei eingeschaltetem Eingang variabel sein	Sensorausgang richtig für die Anwendung konfiguriert
Unzureichende Erdverbindungen	Erdverbindungen von Metallteilen und Kabeln	Erdpotenzialdifferenzen sind zu minimieren	Potenzialausgleich für Metallteile sicherstellen

1.6 Sensorausgangswerte

	Gefiltert, unskaliert (Näherungswerte)			
	RS485	**4–20 mA**	**0–20 mA**	**0–10 V**
Sensor liegt frei	0	4 mA	0 mA	0 V
Hand auf Sensor	75–85	16–17,6 mA	15–17 mA	7,5–8,5 V

F: Hydro-Com findet keine Sensoren

A: Wenn mehrere Sensoren mit dem RS485-Netzwerk verbunden sind, muss jeder eine eigene Adresse erhalten. Kontrollieren, ob der Sensor richtig angeschlossen ist, mit 15–30 VDC gespeist wird und die RS485-Drähte über einen RS232-RS485- oder USB-RS485-Wandler an den PC angeschlossen wurden. Mit Hydro-Com kontrollieren, ob der richtige COM-Port gewählt ist.

F: Wie oft muss der Sensor kalibriert werden?

A: Eine Neukalibrierung ist nur dann erforderlich, wenn sich die Korngröße des Materials erheblich verändert oder ein Material anderer Herkunft verwendet wird. Es ist jedoch sinnvoll, regelmäßig Proben vor Ort zu nehmen (siehe „Einführung in die Materialkalibrierung“ auf Seite 29), um zu bestätigen, dass die Kalibrierung noch gültig und präzise ist. Diese Daten in eine Liste eintragen und mit den Sensorwerten vergleichen. Liegen die Punkte ungefähr auf der Kalibrierkurve, kann die Kalibrierung als gut betrachtet werden. Ergibt sich dagegen ein beständiger Unterschied, ist eine Neukalibrierung erforderlich.

F: Muss der Sensor nach einem Austausch neu kalibriert werden?

A: Normalerweise nicht, sofern der Sensor exakt an derselben Position montiert wird. Kopieren Sie die Kalibrierdaten für das Material in den neuen Sensor, damit die Feuchtemesswerte identisch sind. Es ist sinnvoll, die Kalibrierung durch eine Probennahme (siehe „Einführung in die Materialkalibrierung“ auf Seite 29) zu verifizieren und diesen Kalibrierpunkt zu prüfen. Liegt er nahe oder auf der Kalibrierkurve, kann die Kalibrierung als gut betrachtet werden.

F: Was muss ich tun, wenn die Feuchte im Material am Tag der Kalibrierung etwas variiert?

A: Nur Sand (nur HP04)

Wurden mehrere Proben getrocknet und haben sich nur geringe Variationen der Feuchtewerte ergeben (1–2 %), erhalten Sie durch Bildung eines Durchschnittswerts aus den unskalierten Messwerten und den Feuchtewerten nach Ofentrocknung einen guten Kalibrierpunkt. Mit Hydro-Com können Sie diese Kalibrierung verwenden, bis weitere Punkte ermittelt werden können. Liegen die Feuchteschwankungen über 2 %, muss eine weitere Probennahme erfolgen, um die Kalibrierung durch Hinzufügen weiterer Punkte präziser zu gestalten.

F: Muss ich bei einem Wechsel der Materialart neu kalibrieren?

A: Ja, Sie müssen für jede Materialart kalibrieren.

F: Welche Ausgangsvariable sollte ich verwenden?

A: Dies hängt davon ab, ob die Kalibrierung im Sensor oder im Steuersystem gespeichert und ob der Digitaleingang zur Mittelwertbildung verwendet wird. Weitere Informationen finden Sie unter „Einrichten des Analogausgangs“ auf Seite 15.

F: Die Kalibrierpunkte unterscheiden sich sehr stark. Ist das ein Problem? Was kann ich tun, um die Kalibrierung zu verbessern?

A: Wenn Sie weit gestreute Punkte erhalten, durch die Sie keine gerade Linie ziehen können, besteht ein Problem mit dem Probennahmeverfahren. Achten Sie darauf, dass der Sensor richtig im Materialfluss platziert ist. Bei richtiger Lage des Sensors und Probennahme gemäß Anleitung auf Seite 33 dürfte dies nicht passieren. Verwenden Sie einen „Mittelw., unskal."-Wert für die Kalibrierung. Der Mittelungszeitraum kann entweder über den Eingang „Mittelwert/Halt" oder über die Funktion „Manuelle Mittelwertbildung" eingestellt werden. Weitere Informationen finden Sie in der Hydro-Com Bedienungsanleitung (HD0682).

F: Die Sensormesswerte fluktuieren sehr stark und sind nicht mit den Änderungen der Materialfeuchte konsistent. Woran liegt das?

A: Material kann sich im Materialfluss auf dem Sensor ablagern. Wenn sich Material auf dem Sensor ablagert, misst der Sensor bei geänderter Feuchtigkeit nur das abgelagerte Material, sodass der Messwert konstant bleibt. Der Messwert kann konstant bleiben, bis sich die Ablagerung auflöst und neues Material über die Sensorfläche fließen kann. Dies würde eine plötzliche Änderung der Messwerte verursachen. Dies kann kontrolliert werden, indem Sie gegen die Seite des Silos schlagen, um das Material zu lösen. Anschließend die Messwerte erneut kontrollieren. Auch den Einbauwinkel des Sensors prüfen. Der Keramiksensor muss in einem Winkel stehen, der einen kontinuierlichen Materialfluss über die Sensorstirnplatte ermöglicht. In Behältern montierte Sensoren weisen auf dem Etikett auf der Rückseite zwei Linien auf, die den Winkel angeben, in dem der Sensor im Verhältnis zum Materialfluss platziert werden muss. Eine korrekte Ausrichtung ist gegeben, wenn eine der Linien parallel zum Materialfluss verläuft.

F: Wirkt sich der Sensormesswinkel auf den Messwert aus?

A: Eine Änderung des Sensorwinkels kann sich auf die Messwerte auswirken. Dies geschieht aufgrund der unterschiedlichen Dichte des an der Messfläche vorbeifließenden Materials. In der Praxis haben kleine Winkeländerungen nur einen unbedeutenden Einfluss auf die Messwerte. Dagegen wirkt sich eine größere Winkeländerung (> 10 Grad) auf die Messwerte aus und die Kalibrierung verliert ihre Gültigkeit. Aus diesem Grund muss ein Sensor in exakt demselben Winkel wieder eingebaut werden.

F: Warum zeigt der Sensor einen negativen Feuchtewert an, wenn der Mischer leer ist?

A: Der unskalierte Wert für Luft ist geringer als der unskalierte Wert für 0 % Feuchte im Material. Daher ergibt sich ein negativer Feuchtewert.

F: Wie lang darf das Kabel höchstens sein?

A: Die vollständigen technischen Daten enthält die Installationsanleitung des betreffenden Sensors.

1 Querverweise auf andere Dokumente

Dieser Abschnitt listet alle Dokumente auf, auf die in dieser Bedienungsanleitung verwiesen wird. Es kann hilfreich sein, die genannten Dokumente beim Lesen dieser Bedienungsanleitung zur Hand zu haben.

Nummer des Dokuments	**Titel**
HD0682	Hydro-Com-Bedienungsanleitung
HD0675	Hydro-Probe- und Hydro-Probe XT-Installationsanleitung
HD0676	Hydro-Mix-Installationsanleitung
HD0677	Hydro-Probe Orbiter-Installationsanleitung
HD0678	Hydronix-Feuchtesensor – Anleitung zur elektrischen Installation
EN0077	Moisture Control Methods for Batching
EN0078	Integrating Hydro-Mix and Hydro-Probe Sensors in a Grain Duct
EN0079	HP04 Sensor Factory Default Parameters
EN0080	XT02 Sensor Factory Default Parameters
EN0081	HM08 Sensory Factory Default Parameters
EN0082	ORB3 Sensor Factory Default Parameters

Index

Alarme
  Oberer Grenzwert....19
  Unterer Grenzwert....19
Analogausgang....13, 15
Anstiegszeitfilter....21
Auslass....15
Autotrack....19
Beh. leer:....19
Brix....37
Dämpfungszeit....21
Daten ungültig....19
Digitaleingänge/-ausgang....18
Feuchte
  Negativ....48
  Oberfläche....31
Feuchte/Temperatur:....18
Feuchtegehalt....35
Filter
  Anstiegszeit....21
Filterung....20
Filterzeit....21
Freie Feuchte....31
Gefiltertes Signal....24
Gesamtfeuchte....31
Hydro-Com....15, 47
Kalibrierung....47
  Brix....37
  Daten speichern....31
  Gut/Schlecht....35
  Gute/Mangelhafte Kalibrierungen auf Basis der quadratischen Gleichung....36
  Im Sensor....32
  Im Steuersystem....32
  Verfahren....33
Konfiguration....13
Messmodi....25
Messtechnik....13
Mittelw., unskal....16
Mittelwert/Halt....18
Mittelwertbildungsparameter....20
Oberer Grenzwert....Siehe Alarme
Parameter
  Mittelwertbildung....20
Proben
  Internationale Normen....34
Rohfeuchte....20
Rohwert, unskaliert....20
Saturated Surface Dry....Siehe SSD
SSD....31
Unterer Grenzwert....Siehe Alarme
Wasserabsorptionswert....31